Archiv für Hygiene und Bakteriologie

Digitized by Google

PUBLIC
HEALTH
LIBRARY

Digitized by Google

ARCHIV

FÜR

HYGIENE.

(BEGRÜNDET VON **MAX v. PETTENKOFER.**)

UNTER MITWIRKUNG

VON

Prof. Dr. O. BOLLINGER, München; Prof. Dr. BONHOFF, Marburg a. L.; Prof. Dr. R. EMMERICH, München; Prof. Dr. F. ERISMANN, Zürich; Prof. Dr. HEIM, Erlangen; Prof. Dr. A. HILGER, München; Prof. Dr. F. HUEPPE, Prag; Prof. Dr. KABRHEL, Prag; Prof. Dr. F. KRATSCHMER, Wien; Prof. Dr. K. LEHMANN, Würzburg; Prof. Dr. LODE, Innsbruck; Prof. Dr. L. PFEIFFER, Rostock; Generalarzt Dr. J. PORT, Würzburg; Prof. Dr. W. PRAUSNITZ, Graz; Prof. Dr. F. RENK, Dresden; Prof. Dr. SCHOTTELIUS, Freiburg i. B.; Generaloberarzt Dr. A. SCHUSTER, München; Prof. Dr. WERNICKE, Posen.

HERAUSGEGEBEN

VON

J. FORSTER, M. GRUBER, FR. HOFMANN, M. RUBNER,

O. Ö. PROFESSOREN DER HYGIENE UND DIRECTOREN DER HYGIENISCHEN INSTITUTE AN DEN UNIVERSITÄTEN ZU

STRASSBURG MÜNCHEN LEIPZIG BERLIN.

EINUNDFÜNFZIGSTER BAND.

MÜNCHEN UND **BERLIN.**
DRUCK UND VERLAG VON R. OLDENBOURG.
1904.

Digitized by Google

RA421
A75
v.51
BIOLOGY
LIBRARY
PUBLIC
HEALTH
LIBRARY

Digitized by Google

Inhalt.

Seite

Der Nutzwert des Fleischextraktes. Von Dr. Emil Bürgi in Bern. (Aus dem Hygienischen Institut der Universität Berlin) 1

Über das Verhalten der Extraktivstoffe des Fleisches im Tierkörper. Von Max Rubner 19

Die chemische Zusammensetzung des Kotes bei verschiedener Nahrung. Von Dr. med. N. P. Schierbeck. (Aus dem Hygienischen Laboratorium der Universität zu Kopenhagen) 62

Zur Biologie der Fäulnis. Von Dr. Gottlieb Salus. (Aus dem Hygienischen Institut der deutschen Universität in Prag. Vorstand: Prof. Hueppe.) (Mit Tafel I) 97

Über Zusammensetzung und Preis von Fleischsorten und Wurstwaren. Von Dr. med. Toyokichi Kita. (Aus dem Hygienischen Institut der Universität Leipzig) 129

Über die Fettbestimmung im Fleisch und Fleischwaren mittels des Gerberschen Azid-Butyrometers. Von Dr. med. Toyokichi Kita. (Aus dem Hygienischen Institut der Universität Leipzig) 165

Studien zur relativen Photometrie. II. Teil. Vom Dozenten Dr. Stan. Růžička. (Aus dem Hygienischen Institute des Prof. Kabrhel in Prag) 179

Untersuchungen über einige physikalische Eigenschaften von 50 Kleidungsstoffen, mit besonderer Rücksicht auf die Permeabilität in feuchtem Zustande. Von Dr. med. S. J. de Lange, prakt. Arzt. (Aus dem Hygienischen Institut der Universität zu Amsterdam) . 221

Über die Bildung von homologen und heterologen Agglutininen im Tierkörper. Von Dr. Franz Ballner, k. und k. Regimentsarzt, und Dr. Rudolf Ritter v. Sagasser, Assistent des Institutes. (Aus dem Hygienischen Institut der Universität Innsbruck. Vorstand: Prof. A. Lode) 245

Über spezifische Bindung von Agglutininen bei Absorptionsversuchen. Von Dr. Franz Ballner, k. und k. Regimentsarzt, und Dr. Rudolf Ritter v. Sagasser, Assistent des Institutes. (Aus dem Hygienischen Institute der k. k. Universität Innsbruck. Vorstand: Prof. A. Lode) 266

754922

Digitized by Google

Seite

Weitere Untersuchungen über den Bau und die allgemein biologische Natur der Bakterien. Von Dr. Vladislav Růžička, Assistenten am Institute. (Aus dem k. k. Hygienischen Institute des Prof. Dr. Gustav Kabrhel in Prag.) (Mit Tafel II) 281

Der Wärmehaushalt beim Menschen nach Bädern und Duschen von verschiedener Temperatur. Von Dr. med. Alexander Ignatowski. (Aus der hydrotherapeutischen Abteilung der Klinik von Prof. M. Janowski. St. Petersburg) 319

Über den Einfluſs künstlicher Stoffwechselalterationen auf die Produktion der Antikörper. (Ausgeführt mit Unterstützung der Kaiserl. Akademie der Wissenschaften in Wien.) Von Privatdozent Dr. Paul Th. Müller, Assistent am Institute. (Aus dem Hygienischen Institut der Universität Graz) 365

Digitized by Google

Der Nutzwert des Fleischextraktes.

Von

Dr. **Emil Bürgi** in Bern.

(Aus dem Hygienischen Institut der Universität Berlin.)

Die Untersuchungen Rubners über die Wirkung der Extraktivstoffe des Fleisches auf die Wärmebildung des tierischen Organismus haben uns gezeigt, dafs nach reichlichen Gaben von Fleischextrakt eine Zunahme der Kohlensäureausscheidung durch die Atmung beim Hunde nicht auftritt, dafs aber der Harn des Versuchstieres Veränderungen zeigt, die nur durch ein Übertreten von Extraktivstoffen in denselben erklärt werden können. Rubner kam somit zu dem Ergebnis, dafs der Fleischextrakt bei seinem Durchgang durch den Organismus keine nennenswerte Umgestaltung erleidet.

Die Untersuchungen Rubners waren durch eine für den Beweis der isodynamen Vertretung der Nahrungsstoffe wichtige Frage veranlafst worden, es handelte sich damals bei ihm darum, die Verbrennungswärme des Muskelfleisches durch Rechnung zu finden. Für die hierzu nötigen Überlegungen spielte die Frage, inwieweit die Extraktivstoffe dem Körper Wärme liefern könnten, eine gewisse Rolle. Doch als kaum ein Jahr später Rubner durch besondere direkte Messungen die Verbrennungswärme des Fleisches im Tierkörper feststellte, hatte die Weiterverfolgung der Extraktfrage kein aktuelles Interesse mehr.

Ich habe aber vor einer Reihe von Jahren die von Rubner zuerst in Angriff genommene Frage wieder aufgenommen und zwar von einem praktischen Gesichtspunkte aus.

Digitized by Google

Im Laufe der Jahre sind neben dem Liebigschen Extrakte eine Reihe ähnlicher Präparate im Handel erschienen.

Geheimrat Rubner veranlafste mich daher, eine vergleichende Untersuchung solcher Nährstoffe oder Genufsmittel vorzunehmen. Solche Präparate sind — wie es scheint — oft von sehr wechselnder Zusammensetzung; neben offenkundigen Abbauprodukten finden sich eine Reihe von Stoffen höheren Nährwertes, selbst kleine Mengen von Eiweifs, Albumosen und Peptonen, und ihre Wirkung auf den Körper läfst sich a priori nicht voraussagen, vielmehr bedarf es hierzu des Experimentes. Ich habe aufser dem Liebigschen Fleischextrakt nur noch Maggi und Toril in ihrer Wirkung untersucht, werde aber die hierbei gewonnenen Resultate erst mitteilen, wenn ich noch weitere Präparate geprüft haben werde und will jetzt nur über meine mit dem Liebigschen Extrakt ausgeführten Untersuchungen berichten.

Experimente dieser Art sind wesentlich erleichtert und in die richtige Bahn geleitet worden, seitdem Rubner zuerst durch Bestimmungen der Verbrennungswärme des Harns gezeigt hat, wie verschieden die Art und Menge der durch die Nieren gehenden organischen Stoffe sein kann. Der Hungerharn, der Fleischharn, der Eiweifsfütterungsharn, sie alle unterscheiden sich wesentlich voneinander.

Es war der Weg zur praktischen Durchführung meiner Aufgabe also klar gegeben, es handelte sich vor allem darum, die Menge der durch die Nieren abgehenden Bestandteile bei Zufuhr der obengenannten Präparate festzustellen.

Die Versuche wurden im Sommer des Jahres 1900, also vor 4 Jahren, vorgenommen, aber bisher nicht publiziert, da ich immer hoffte, sie noch weiter fortsetzen zu können. Ich fühle mich nun aber doch veranlafst, meine Beobachtungen mitzuteilen, da inzwischen eine Arbeit von Johannes Frentzel und Masujiro Toriyama[1]) veröffentlicht worden ist, die in manchen Richtungen denselben Weg der Untersuchung eingeschlagen hat wie ich, aber zu ganz und gar abweichenden Resultaten gekommen

1) Engelmanns Archiv, 1901, S. 199 ff.

Digitized by Google

ist. Im Gegensatze zu den Angaben Rubners finden die Genannten: »dafs die eiweifsfreien Extraktivstoffe zu einem recht erheblichen Teil, etwa zu $^2/_3$ ihrer Menge, am Stoffwechsel teilnehmen, d. h. dem Körper Energie liefern.« Frentzel und Toriyama sind, wie aus ihrer ganzen Darstellung hervorgeht, durch die Anschauungen Pflügers, der durch »Überlegungen und Kritik« nachgewiesen zu haben meint, die Extraktivstoffe hätten einen bedeutenden Brennwert, zu ihrer Untersuchung veranlafst worden. Wenn man nichts weiter wollte als dieses, so gab es in der Tat einen recht bequemen Weg und einen der sicherer war als theoretische Überlegungen. Man braucht ja nur die bekannten Angaben über die Verbrennungswärmen der in Frage kommenden Stoffe (Fleisch, Extrakt, Kot, Harn) zueinander in Beziehung zu setzen um herauszufinden, was an der Vermutung Pflügers und an den Ergebnissen Frentzels und Toriyamas richtig sein kann. Die Triebfeder für meine Untersuchungen lag in dem Wunsche, vergleichende Experimente mit verschiedenen Extraktivstoffen anzustellen. Ob der Fleischextrakt ein paar Kalorien mehr oder weniger an verbrennlicher Substanz besitzt, hat gar keine praktische Bedeutung für die Ernährung, da niemand soviel Fleischextrakt geniefst, dafs ihm die mit demselben zugeführten Kalorien ernstlich und auf die Dauer nützen könnten. Die Bedeutung der Extraktivstoffe liegt, wie die praktische Erfahrung lehrt und wie die Versuche von Pawlow in interessanter Weise dargelegt und bewiesen haben, in einer ganz anderen Richtung, nämlich in ihrer Beziehung zu den Verdauungsvorgängen, vor allem in ihrem Einflufs auf den Ablauf der Magenverdauung. Sie geben uns ferner, wie aus den Darlegungen Rubners (Gesetze des Energieverbrauches, S. 423) hervorgeht, die Möglichkeit, die gleiche Wirkung, die das Fleisch auf den Verdauungsprozefs ausübt, einzuleiten, ohne durch Überlastung des Körpers mit Eiweifs eine unter Umständen unerwünschte Steigerung des Kraftwechsels herbeizuführen. Auch hinsichtlich der Bemessung des Energiewertes des Fleisches kann diese Frage unsere Kenntnisse nicht bereichern. Dies alles nimmt ihr aber nicht das theoretisch wichtige Interesse, ob nicht in

Digitized by Google

beschränktem Umfang — innerhalb engerer Grenzen, als sie von Frentzel angegeben wurden — eine Veränderung der Extraktivstoffe im Körper eintritt, ein Vorkommnis, das mit der von Rubner ausgesprochenen Meinung durchaus nicht im Widerspruch stünde.

Ich habe mich also aus den oben angegebenen Gründen und von den genannten Gesichtspunkten ausgehend an die weitere Bearbeitung der Frage gemacht. Wenn auch die Art der Beobachtung in allgemeinen Zügen feststand, so hatte sich doch bei dem einzigen diesbezüglichen Versuche, der bisher vorlag, eine Schwierigkeit herausgestellt, die in der nicht genügend raschen Ausscheidung der N-haltigen Stoffe des Extraktes durch den Urin lag. Rubner hat diese Beobachtung zuerst gemacht aber allerdings auf den Umstand hingewiesen, dafs bei seinem Versuch ein starkes Zurückhalten von Wasser im Leibe des hungernden Tieres eingetreten war. Da Rubner aber nicht auf die Verhältnisse der Ausscheidung der Extraktbestandteile im Harn seine Schlufsfolgerungen basierte, sondern auf die respiratorischen Vorgänge, bei meinen Experimenten aber gerade von Respirationsanalysen abgesehen werden sollte, spielte die technische Schwierigkeit, die durch eine eventuelle Retention von Stoffen entstehen konnte, für mich eine gewisse Rolle.

Nach diesen Vorbemerkungen will ich meine Versuchsanordnung kurz skizzieren.

Ein Hund von 7—8 kg Gewicht, dem der Harn durch Katheterisieren abgenommen wurde, hungerte 2 Tage lang, dann erhielt er 2 Tage eine bestimmte, näher analysierte Menge Liebigschen Fleischextraktes, worauf wieder 1—2 Hungertage folgten. Bestimmt wurden in den Einnahmen und im Harn N (Kjeldahl) C (im Extrakt im Verbrennungsofen, in den Urinen nach Scholz durch Kochen mit H_2SO_4 und Kaliumbichromat und Auffangen der CO_2 in Barytwasser) Phosphorsäure (im Extrakt nach Veraschung gewichtsanalytisch in den Urinen durch Titrierung), die Gesamtschwefelsäure und die Asche. Im Harn sollte ferner mittels der Berthelotschen Bombe die Verbrennungswärme bestimmt werden. Es wurden dazu die von anderer Seite emp-

Digitized by Google

fohlenen Papierpflöckchen zum Aufsaugen des Harnes benutzt. Leider ging dadurch der kalorimetrische Teil des ganzen Versuches verloren. Die Methode eignet sich ganz und gar nicht für die vorliegenden Zwecke. Die Verluste bei dem Eintrocknen, namentlich bei wiederholter Befeuchtung, sind aufserordentlich grofs und können exakt nicht festgestellt werden. Auch das Aufsaugenlassen des eingedickten Harnes hat neben anderem den Nachteil, dafs bei der kapillaren Aufnahme Scheidungen der Substanzen eintreten, und man nicht darauf rechnen kann, im Papier dieselbe Substanz zu finden, die man hat aufsaugen lassen. Aufserdem aber ist das, was man schliefslich zur Verbrennung hat, doch sehr wenig, und die Fehler häufen sich um so mehr, als ja der Harn an sich im allgemeinen eine sehr geringe Verbrennungswärme aufweist.

In einer zweiten Versuchsreihe bin ich zu dem früher von Rubner angegebenen Verfahren zurückgekehrt, habe den Harn im Vakuum bei niedriger Temperatur getrocknet und das entweichende Ammoniak in verdünnter Schwefelsäure aufgefangen, titriert und als Harnstoff in Rechnung gebracht.

Den N-Verlust haben Frentzel und Toriyama, wie sie sagen, unter der Annahme berechnet, dafs der Harn sich gleichmäfsig in allen Teilen zerlege, nicht nur der Harnstoff. »Nach Pflügers Kritik eines Rubnerschen Versuches, bei welchem Harn auf Bimssteinpulver eingedampft wurde, ist diese (d. h. die Annahme der Harnstoffzerlegung. Ref.) damals von Rubner gemachte Annahme, dafs der Gewichtsverlust nur durch eine Zersetzung von Harnstoff bedingt sei, kaum zulässig.« Einen weiteren Grund als dieses fremde Urteil führen Frentzel und Toriyama für ihre andere Art der Berechnung nicht an.

An Stelle solch nutzloser Kritik läfst sich kurz folgendes angeben:

Pflügers Annahme ist unberechtigt, denn

1. geht aus den Angaben Krummachers[1]), die sich auf Versuche aus dem E. Voitschen Laboratorium stützen,

1) Zeitschrift f. Biologie (Festschrift f. Voit), S. 242.

Digitized by Google

hervor, dafs der bei der Destillation des Urins verlorengehende Stickstoff wesentlich aus präformiertem Ammoniak entsteht;

2. sind Versuche im Berliner hygienischen Institut angestellt worden, bei welchen die nach Rubners alter Methode berechnete Verbrennungswärme des Harns sich mit der Verbrennungswärme des Harns, der mit Oxalsäure (ohne N-Verlust) eingedampft wurde, deckte.

Serie I.

Über die Zahlenergebnisse der ersten Versuchsreihe gibt die folgende Generaltabelle eine ausreichende Übersicht. Nach dem Vorgang Rubners wurden keine übergrofsen Extraktmengen gegeben, sondern nur soviel als etwa der Hund bei genügender Fleischkost auch seinem Körper zugeführt hätte. Gibt man übermäfsig viel, so könnte man den Einwand machen, dafs dann die Umsetzung und Zersetzungsverhältnisse andere werden können. Auch der Umstand, dafs eine sehr reichliche Wasserzufuhr benötigt wird, könnte bei grofser Extraktzufuhr störend einwirken.

Serie I.

A. Einnahmen

an dem 3. und 4. Versuchstage je 18,6 g frischer Fleischextrakt.

Tage	Trockensubstanz	N	C	Asche	P_2O_5	H_2SO_4
3. Tag . . .	15,704	1,686	4,625	4,230	1,294	0,176
4. Tag . . .	15,704	1,686	4,625	4,230	1,294	0,176
Totaleinnahme	31,408	3,372	9,250	8,460	2,588	0,352

B. Ausgaben.

Tage	Gewicht des Hundes	Urinmenge	N	C	N : C	Asche	P_2O_5	H_2SO_4
1. Hungertag .	7080 g	164 ccm	2,344	1,571	1 : 0,670	0,295	0,210	0,045
2. Hungertag .	7010 »	120 »	1,915	1,325	1 : 0,692	0,251	0,270	0,065
1. Extrakttag .	7005 »	322 »	3,516	4,863	1 : 1,385	3,735	1,394	0,181
2. Extrakttag .	6985 »	310 »	3,993	5,948	1 : 1,489	4,904	1,586	0,260
Letzt. Hungertg.	6720 »	184 »	1,963	1,441	1 : 0,734	0,367	0,625	0,081

Gewicht des Hundes am Tage nachher 6620 g.

Digitized by Google

Nach der Fleischextraktzufuhr stieg sofort die Stickstoffausfuhr im Harn, ferner ganz bedeutend die Kohlenstoffabgabe, ebenso der Gehalt des Urins an Asche, Phosphorsäure und Gesamtschwefelsäure. Der Kohlenstoffgehalt stieg so bedeutend, dafs eine erhebliche Veränderung des Quotienten N : C zugunsten des Nenners auftrat. Am 5. Versuchstage, als das Tier wieder hungerte, fielen alle Werte ab, die Stickstoffmenge des Harns betrug nur wenig mehr als am 2. Hungertage, der Kohlenstoffgehalt entsprach fast genau demjenigen am Tage vor der Extraktgabe, nur von der Asche, der Gesamtschwefelsäure und der Phosphorsäure erschienen am Hungertage nach der Extraktgabe mehr als am Hungertage vor derselben im Urin. Der letzte Befund deckt sich völlig mit den Ergebnissen Rubners, der gleichfalls eine Zurückhaltung von P_2O_5 nach Fleischextraktgabe gesehen hatte. Somit spricht das Ergebnis meiner Versuche zunächst ganz dafür, dafs die Extraktbestandteile wenig verändert den Körper wieder im Harn verlassen.

Legt man die Ergebnisse an den Hungertagen und die an den Extrakttagen zu Mittelwerten zusammen und vergleicht die Gröfse der Mehrausscheidung nach Extraktgabe mit den durch den Extrakt zugeführten, so erhält man folgendes Bild:

	N	C	Asche	H_2SO_4	P_2O_5
Ausgaben der Tage mit Extrakt . .	7,509	10,811	8,639	2,980	0,442
Ausgaben der ersten 2 Hungertage .	4,259	2,896	0,546	0,480	0,110
Differenz	3,250	7,915	8,093	2,500	0,332
Einnahmen an den Extrakttagen . .	3,372	9,250	8,460	2,588	0,352

Die Mehrausscheidung von N, C, Asche, P_2O_5 und H_2SO_4 durch den Urin kommt der Zufuhr der Bestandteile mit dem Extrakt sehr nahe.

Es fehlen von	N	3,62 %
	C	14,43 »
	Asche	4,34 »
	P_2O_5	3,41 »
	H_2SO_4	5,68 »

Digitized by Google

Da von P_2O_5 und H_2SO_4 auch am nachfolgenden Hungertage noch etwas mehr ausgeschieden wurde als an den Tagen vor der Extraktgabe, so ist eigentlich nur bei dem Kohlenstoff ein nennenswertes, aber doch auch nicht sehr beträchtliches Defizit in der Ausgabe zu konstatieren.

Natürlich hängt für die Berechnung des Zuwachses alles davon ab, dafs man die Basis der Hungertage richtig gewinnen kann, es wäre erwünscht gewesen, noch einen weiteren Hungertag zur Kontrolle zu besitzen.

Wenn sich bei einer solchen Berechnung ein Defizit an Stickstoff ergibt, so ist dasselbe nicht eindeutig, denn es kann sich entweder um eine unvollkommene Ausscheidung oder Retention im Körper oder um eine nährende Wirkung, bei welcher Teile des eingegebenen Stoffes an Stelle des im Hungerzustande verbrauchten Materials als Ersatz eingetreten sind, handeln. Bis zu einem gewissen Grade mufs bei käuflichem Extrakt nun ein solches Defizit sich ergeben, weil ja kleine Eiweifs- und Albuminmengen in demselben vorhanden sind.

Serie II.

An demselben Hunde wurde in gleicher Weise ein Kontrollversuch ausgeführt, bei welchem nur auf die Bestimmung der Gesamtschwefelsäure verzichtet wurde. Die Analysen wurden im übrigen genau in der nämlichen Weise vorgenommen. Die Wärmewerte der Urine wurden in der oben angegebenen Weise bestimmt.

Um den Einflufs einer eventuellen Zurückhaltung von Bestandteilen des Fleischextraktes noch mehr zu eliminieren, wurden an die Extrakttage 2 Hungertage angeschlossen.

Ich hatte keinen Anlafs, von der von Rubner zuerst angegebenen Anordnung eines Hungerversuches, der durch die Extraktfütterung unterbrochen wird, abzugehen. Diese Versuchsart scheint nicht allgemein gebilligt worden zu sein; denn Frentzel und Toriyama haben sie durch eine vermeintliche Verbesserung ersetzt, indem sie das Versuchstier vor den Extrakttagen und während derselben mit Kartoffelstärke und Fett fütterten.

Digitized by Google

Der praktische Erfolg ist aber nicht sehr ermutigend. Vor allem handelt es sich darum, jede Komplikation durch ungleichartige Kotbildung soweit wie möglich auszuschliefsen. Wenn aber eine erhebliche Menge von Kost neben Extrakt gegeben wird, bleibt die Beteiligung des Kotes an den Umsetzungen naturgemäfs unsicher.

Über Einnahmen und Ausgaben bei diesem Versuche gibt die nachfolgende Tabelle Auskunft.

Serie II.

A. Einnahmen an dem 3. und 4. Versuchstage je 18,6 g Extrakt.

Tage	Trocken-substanz	N	C	Asche	P_2O_5	Kalorien
3. Versuchstag	15,682	1,543	4,505	4,618	1,186	46,058
4. Versuchstag	15,682	1,543	4,505	4,618	1,186	46,058
Totaleinnahme	31,364	3,086	9,010	9,236	2,372	92,116

B. Ausgaben.

Tage	Gewicht des Hundes	Urin-menge	N	C	N : C	Asche	P_2O_5	Kalorien für 2 Tage zusamm.
1. Hungertag	7900	170	1,826	1,229	1 : 0,673	0,315	0,225	23,332
2. Hungertag	7520	160	1,164	0,858	1 : 0,757	0,290	0,218	
1. Extrakttag	7280	255	2,956	4,773	1 : 1,614	4,909	1,298	99,281
2. Extrakttag	7150	300	2,950	4,947	1 : 1,677	4,510	1,476	
1. Nachfolg. Hungertag	6694	165	1,294	1,042	1 : 0,805	0,372	0,435	28,356
2. Nachfolg. Hungertag	6674	120	1,739	1,116	1 : 0,642	0,348	0,230	

Was die Kalorienbestimmung betrifft, mufs ich noch bemerken, dafs ich, um möglichst gute Zahlen zu bekommen, von dem Urin eines jeden Tages gleich die Hälfte für diese Bestimmung nahm, dann die Urine von je 2 zusammengehörigen Tagen, also der 2 ersten Hungertage, der 2 Tage, an denen der der Hund Extrakt bekam und der 2 nachfolgenden Hungertage, mischte und sie hierauf in der oben angegebenen Weise auf ihren Verbrennungswert untersuchte. Was die Verbrennungswärme des Fleischextraktes anlangt, so meinen Frentzel und Toriyama, die erste Angabe hierüber gemacht zu haben. Das

Digitized by Google

ist aber unzutreffend. B. Danilewsky hatte schon 1881 (vgl. Centralblatt für med. Wissenschaft Nr. 26 und 27) die Verbrennungswärme des Extractum carnis zu 3206 g Kal. pro 1 g Trockensubstanz angegeben. Meine Zahl gibt 2937, andere Proben mehr. Frentzels Angabe = 3177. Wenn man übereinstimmende Mittelzahlen erhalten wollte, müfste man sich einmal über die Art der Trockenbestimmung vorerst einigen und ferner auf aschefreie Substanz berechnen (in meinem Versuch 1 g = 4162).

Mit der Fleischextraktgabe stiegen auch hier sofort die N-, C-, Asche- und P_2O_5-Ausscheidung durch den Harn und sie fielen an den darauffolgenden Tagen wieder ab. Der C-Gehalt des Harns ist an dem ersten Hungertage nach der Extraktgabe schon ebenso niedrig wie am Tage vor derselben, die P_2O_5-Ausgabe erreicht am 2. Hungertage nach der Fleischextraktgabe den Hungerwert des 2. Versuchstages, nur die Ascheausscheidung im ganzen genommen hat an diesem Tage den Hungerwert des 2. Tages noch nicht ganz erreicht.

Nimmt man auch hier wieder die Mittelzahlen aus den Ergebnissen der Hungertage vor und nach der Zufuhr des Fleischextraktes und vergleicht sie mit den Ausscheidungen an den Extrakttagen, so erhält man folgendes Ergebnis:

	N	C	Asche nach NH_3-Zusatz	P_2O_5	Kalorien	Kal./N
Ausgaben an den 2 Extrakttagen	5,906	9,720	9,419	2,774	99,281	16,81
Ausgaben an den 2 ersten Hungertagen	2,990	2,087	0,605	0,443	23,332	7,80
Differenz	2,916	7,633	8,814	2,331	75,949	—
Einnahmen an d. 2 Extrakttagen	3,086	9,010	9,236	2,372	92,116	—

Es fehlen von dem im Extrakt zugeführten

N	5,52 %
C	15,28 »
der Asche	4,58 »
» P_2O_5	1,53 »
den Kalorien	17,55 »

Digitized by Google

In beiden Fällen ist der Kot nicht näher untersucht worden, da eine Abgrenzung mit Knochen nur eine Beeinflussung der im Harn ausgeschiedenen Substanzen hätte herbeiführen können. Von den organischen Bestandteilen, auf die es im wesentlichen ankommt, ist in diesem Falle kaum anzunehmen, dafs sie zum Teil mit dem Kot ausgeschieden wurden. Was die Asche betrifft, mufs ich es natürlich dahingestellt sein lassen, ob nicht ein Teil des Defizits durch ein Übergehen eines Teiles derselben in den Kot seine Erklärung findet.

Als Mittel der Verluste beider Reihen finde ich:

	N	C	Asche	P_2O_5	H_2SO_4	Kalorien
Reihe I	3,62	14,43	4,34	3,41	5,68	—
» II	5,52	15,28	4,58	1,53	—	17,55
	4,57	14,85	4,46	2,47	5,68	17,55 % Verluste.

Führt man also einem hungernden Tiere käuflichen Fleischextrakt (im vorliegenden Falle Liebigschen) zu, so bekommt man einen Zuwachs von N im Harn, der fast ebenso grofs ist wie die Einfuhr desselben durch das Präparat, das gleiche gilt auch für Asche, Phosphorsäure und Schwefelsäure. Das geringe Defizit erklärt sich, wie oben erwähnt, leicht durch die Anwesenheit von eiweifs- und peptonhaltigen Körpern im Fleischextrakt, zum Teil auch durch den etwas bedeutenderen Verlust an C und Kalorien. Immerhin scheint die Menge des für die Verbrennung bis zu CO_2 verfügbaren Kohlenstoffs eine ziemlich geringfügige zu sein. Diese Versuche haben also im grofsen und ganzen die Erfahrungen, die Rubner mit den Extraktivstoffen gemacht hat, bestätigt. Denn der auf die Extraktivstoffe im engeren Sinne treffende Energieverlust mufs kleiner als 17,5 % gewesen sein.

Es mufs zu alledem noch ausdrücklich hervorgehoben werden, dafs am ersten Hungertage nach der Extraktgabe das Verhältnis von N : C noch 1 : 0,805 betrug, was darauf hindeutet, dafs noch nicht aller C der Eingabe ausgeschieden war, und dafs an den den Extrakttagen folgenden Hungertagen auch der Kaloriengehalt des Urins noch etwas erhöht war (28 gegen 23 Kal.).

Digitized by Google

Ich könnte also damit meine Mitteilungen schliefsen, weil durch sie die zuerst gestellte Frage entschieden ist. Meine Ergebnisse widersprechen durchaus dem Befunde von Frentzel und Toriyama.

Ihre Versuche lassen sich offenbar mit den meinigen nicht vergleichen, weil die Experimente der genannten Autoren durch unvollkommene Ausscheidung der Stoffe des Extraktes kompliziert sind; in welchem Mafse will ich mit Rücksicht auf die nachfolgenden Mitteilungen unerörtert lassen.

Serie III.

Die Ausscheidungsweise stickstoffhaltiger Spaltungsprodukte aus dem Körper kann wesentliches Interesse beanspruchen, namentlich wenn kürzere Zeiträume, also Teilstücke des Tages, in Betracht gezogen werden. In dieser Art ist vor vielen Jahren von Feder und Rubner[1]) die Harnausscheidung nach Fleisch- und nach Eiweifsfütterung untersucht worden. Es ist von grofsem Interesse zu wissen, wie sich die Extraktivstoffe in dieser zeitlichen Ausscheidung verhalten. Ich habe daher von diesem Gesichtspunkte aus im Mai des Jahres 1904 die Fleischextraktuntersuchungen wieder aufgenommen, und zwar wollte ich die nach Eingabe von Fleischextrakt in 2stündlichen Intervallen entleerten Urinmengen gesondert prüfen, um zu sehen, nach welcher Zeit sich der Körper der ihm einverleibten Stoffe zu entledigen sucht. Gleichzeitig sollte untersucht werden, inwiefern die Ausscheidungen durch den Urin sich verschieden verhalten, wenn dem Organismus Extrakt oder wenn ihm Fleisch vom gleichen Stickstoffgehalt eingeführt wird. Wenn es sich um für den Körper wenig verwendbare Stoffe handelt, so kann man baldige Ausscheidung aus dem Organismus erwarten. Schon aus dem Vergleich der von Rubner und L. Feder[2]) ausgeführten Versuche über die stündliche Harnbildung nach Fütterung mit Fleisch oder mit Eiweifs war

1) Beiträge zur Physiologie (Festschrift für Karl Ludwig), S. 259, Leipzig, 1887.

2) Der zeitliche Ablauf der Zersetzung im Tierkörper, 1882; siehe auch Franke, Zeitschr. f. Biologie, 1902, Bd. XXV, S. 254.

Digitized by Google

eine rasche Entleerung der Extraktivstoffe gegenüber der allmählichen Eiweifszerlegung zu entnehmen. Rubner[1]) hat zuerst darauf aufmerksam gemacht, dafs die Ausscheidung der Extraktivstoffe des Fleisches schon sehr bald nach Aufnahme desselben erfolgt. Die Bedingungen meines Versuches waren die folgenden:

Ein Hund von 12 kg Gewicht hungerte erst drei Tage, dann bekam er am Beginn des 4. Tages Fleischextrakt, am 5. Tage hungerte er wieder und am 6. erhielt er so viel Fleisch, dafs er gleichviel Stickstoff zu sich nahm als der am 4. Tage eingegebene Extrakt enthielt. Den Extrakt (auch hier Liebigs Fleischextrakt) bekam er in 500 ccm Wasser mit der Schlundsonde. Der Urin wurde auch diesmal durch Katheterisieren und nachfolgende Ausspülung der Blase mit sterilem Wasser gewonnen.

Ich untersuchte ihn erst vom 3. Hungertage an und zwar die in den ersten 20 Stunden, die in den weiteren 2 und in weiteren 4 Stunden gewonnenen Mengen gesondert.

Am 4. Tage, an dem der Hund Fleischextrakt bekam, untersuchte ich von dem Momente der Nahrungszufuhr an die während 12 Stunden 2stündlich gelassenen Urinmengen für sich und die während der weiteren 12 Stunden gewonnenen Mengen zusammen, da ich die stärkste Ausscheidung am ersten halben Tage erwartete. Am nachfolgenden Hungertage untersuchte ich die gesamte Urinmenge zusammen, ebenso am 4. Tage, an dem der Hund Fleisch bekam.

Der Versuch dauerte vom 7. bis zum 14. Mai 1904.

In dem eingegebenen Fleischextrakt, sowie in den Urinen wurden N, C, Kalorien und Trockenwerte bestimmt, in dem eingegebenen Fleisch nur der Trockenwert und der N-Gehalt.

Diese Bestimmungen wurden nach den gleichen Methoden ausgeführt wie das letzte Mal, nur nicht die Feststellung der Kalorienwerte in den Urinen. Um diese zu ermitteln, setzte ich den Urinmengen, die dazu dienen sollten, nach Angabe Rubners so viel Oxalsäure zu, dafs aller in denselben vorhandener Harnstoff

1) Zeitschr. f. Biologie, XX, S. 276, Anm.

Digitized by Google

gebunden werden konnte. Hierauf wurden die Urine zur Trockne eingedampft, nachgetrocknet und hernach in der Berthelotschen Bombe verbrannt, der Gesamtkalorienwert derselben so bestimmt und die in demselben vorhandenen Oxalsäurekalorien in Abrechnung gebracht. Dieses Verfahren dürfte wohl heutzutage die sichersten Resultate ergeben. Es bleibt mir noch übrig zu sagen, dafs ich die durch Katheterisieren erhaltenen Urine auf gleiche Quantitäten brachte, um die Rechnungen einfacher zu gestalten, und dafs ich zur Ermittelung der Kalorienwerte von jedem Urin gleich die Hälfte beiseite stellte, um genügend grofse Zahlen zu erhalten.

Meine Resultate waren die folgenden:

Ausgeschieden wurden im Urin:

	Zeit	N	C	N : C	Kalorien	Kal.:N
1. Tag = 3. Hungertag	Nach 20 Std.	2,0196	1,3784	1 : 0,68	14,08	6,97
	» 22 »	0,1723	0,1109	1 : 0,65	1,22	7,02
	» 24 »	0,1838	0,1204	1 : 0,65	1,33	7,26
	Total:	2,3757	1,6097	1 : 0,68	16,63	6,89
2. Tag = Tag, an dem der Hund Fleischextrakt = 37,708 g = 3,492 N 10,294 C 110,169 Kalorien bekam.	Nach 2 Std.	1,0008	1,3531	1 : 1,25	14,92	14,92
	» 4 »	1,1243	1,4835	1 : 1,23	16,00	14,21
	» 6 »	0,6362	0,8852	1 : 1,39	10,35	16,27
	» 8 »	0,4012	0,5585	1 : 1,39	7,96	19,86
	» 10 »	0,2606	0,4085	1 : 1,57	5,75	22,04
	» 12 »	0,1643	0,2293	1 : 1,39	4,15	25,46
	» 24 »	1,0334	1,6828	1 : 1,68	17,12	16,87
	Total:	4,6208	6,6009	1 : 1,43	76,25	16,46
3. Tag = nachfolg. Hungertag	Total:	2,6005	2,9828	1 : 1,15	25,07	9,63
4. Tag. Fleisch 101 g = 3,423 N	Total:	3,4195	2,3587	1 : 0,69	27,43	8,02

Tagesübersicht.

Versuchstage	N	C	Kalorien	C/N	Kal./N
3. Hungertag . . .	2,37	1,61	16,63	0,68	6,89
Extrakttag . . .	4,62	6,60	76,25	1,50	16,48
Hungertag . . .	2,60	2,98	25,07	1,15	9,62
Fleischtag . . .	3,42	2,36	27,43	0,69	8,02

Digitized by Google

Gewicht des Hundes.

1. Vor dem Hungern 12 kg,
2. am Morgen der Extraktgabe 11 kg,
3. am Morgen des nachfolgenden Hungertages 10,900 kg,
4. am Morgen des Tages mit Fleisch 10,720 kg,
5. tags darauf 10,580 kg.

Der Hund entleerte 3 Stunden nach Ablauf des letzten Tages 4,32 g (trockenen) Kot mit einem N-Gehalt von 0,439 g. Zugeführt wurden ihm am Anfang des 2. Versuchstages 37,708 g Fleischextrakt, die 30,611 g Trockensubstanz, 3,492 g N, 10,29 g C und 110,17 Kalorien enthielten.

Aus diesen Experimenten geht die Tatsache hervor, dafs nach der Hungerzeit — einer Periode gleichmäfsiger Ausscheidung — schon in den ersten 2 Stunden nach der Extraktzufuhr eine erhebliche Steigerung der N-Ausscheidung eintritt, die in den nächsten 2 Stunden noch zunimmt und dann allmählich auf die Höhe der Hungerausscheidung herabsinkt. In den letzten 12 Stunden des Tages ist im Durchschnitt pro 2 Stunden nicht mehr ausgeschieden worden als in den letzten Stunden des Hungertages selbst ($\frac{1{,}033}{12} = 0{,}086$ N pro 1 Stunde), nämlich 0,172 N pro 2 Stunden gegenüber 0,184 am Hungertag. In der Tat schiebt also der Organismus die ihm einverleibten, für die weiteren Stoffwechselvorgänge entbehrlichen Körper rasch ab, wobei natürlich zeitlich durch die Leistungsfähigkeit der Nieren eine gewisse Grenze gezogen sein wird.

Der Extrakt drückt dem Harn sofort seinen Stempel auf. Die Kohlenstoffausscheidung steigt, der Quotient $\frac{C}{N}$ geht von 0,69 auf 1,25 in die Höhe und gleichzeitig mehrt sich die Trockenmenge und Verbrennungswärme des Rückstandes. Verfolgen wir aber die Quotienten $\frac{C}{N}$ und $\frac{Kal.}{N}$, so zeigt sich unzweifelhaft noch eine neue wichtige Tatsache. Nicht eine Gleichartigkeit der ausgeschiedenen Stoffe liegt vor, sondern in den einzelnen Perioden ist offenbar

Digitized by Google

die Art der eliminierten Stoffe eine prinzipiell verschiedene. Wenn wir uns eine Überflutung der Körpersäfte durch einen gleichartigen Stoff, der im Körper nicht zurückbleiben kann, vorstellen, so wird die Ausscheidungsweise im grofsen und ganzen so sein, dafs zunächst viel, dann allmählich abnehmende Mengen zur Ausscheidung gelangen. Die Art der Elimination der Extraktivstoffe läfst sich aber nicht in dieser einfachen Weise auffassen. Es findet zweifellos eine Scheidung der verschiedenen Substanzen statt, in den ersten Stunden kamen Stoffe von geringerem Gehalt und Energiewert als in der 8.—10. Stunde, die Verbindungen mit höherem Brennwert kamen erst später zur Ausscheidung, aber noch in der Nacht hatte die Absonderung solcher Stoffe höheren Verbrennungswertes nicht aufgehört, auch nicht einmal am darauffolgenden Hungertage. Ich möchte auf Einzelheiten nicht zuviel Gewicht legen, aber eine Scheidung einzelner Körper hat offenbar stattgefunden. Wir sehen somit, wie ungleich die einzelnen Stoffgruppen sich im Körper anspeichern können, und es wäre denkbar, dafs einzelne Bestandteile des Extraktes, wenn auch keine energetische, doch vielleicht eine anderweitige Funktion vorübergehend erfüllen können. Ich kann nicht bestreiten, dafs die Ausscheidung mancher Stoffe sich bei diesem Experiment vielleicht noch bis in einen eventuellen 2. Hungertag nach den Extrakttagen hätte hinausziehen können.

Im Anschlufs an den Extraktversuch habe ich statt 3,49 N, der im eingegebenen Extrakt vorhanden war, 3,42 N als Fleisch verabreicht, um deutlicher vor Augen zu führen, welcher Unterschied in den Wirkungen beider Stoffe liegt. — Das Fleisch hat den N-Verlust aufgehoben, der Extrakt aber nicht.

Leider kann man bei dem eintägigen Versuche natürlich nicht erwarten, dafs der Extrakt ganz ausgeschieden wird, es ist sogar gewifs, dafs am 1. Hungertage die Ausscheidung noch nicht zu Ende war, und demgemäfs läfst sich über das absolute Mehr an N, sowie an C und Kalorienausscheidung nichts Sicheres sagen. Für den Vergleich und die Berechnung kann nur der dem Versuche vorausgehende, nicht aber der dem Versuche folgende Hungertag benutzt werden. Jedenfalls wäre die N-Ausscheidung

Digitized by Google

vom 3. bis zum 5. Hungertage gewifs noch abgesunken. Immerhin wird die Bilanzrechnung zeigen, wie viel im Minimum von dem eingeführten Extrakt und seinen Bestandteilen wiedergekommen ist. Wenn wir, wie in den früheren Versuchen, sehen wollen, wie sich diesmal die Ausgaben zu den Einnahmen verhalten, so haben wir fürs erste die Ausfuhr des 1. Versuchstages (gleich 3. Hungertages) von den Ausgaben des 2. Versuchstages (4. Extrakttages) abzuziehen:

	N	C	Kalorien
	4,6208	6,6009	76,2494
	2,3757	1,6097	16,6290
bleiben	2,2451	4,9912	59,6204

als Plus der Ausscheidung für den Tag, an dem der Hund Extrakt bekam. Wir sehen aber, dafs auch am nachfolgenden Hungertage die Ausscheidungen durch den Urin im Vergleich zu denjenigen des 1. Hungertages noch bedeutend vermehrt sind. Wenn wir auch hier die nämliche Subtraktion vornehmen, so erhalten wir:

N	C	Kalorien
2,6005	2,9828	25,0360
2,3757	1,6097	16,6290
0,2248	1,3731	8,4070

als Plus der Ausscheidung am nachfolgenden Hungertage.

Addieren wir diese beiden Mehrausscheidungen, so sehen wir, dafs wir durch die Eingabe von Fleischextrakt eine Mehrausgabe von

2,4699 g N, 6,3644 g C und 67,027 Kalorien

erhalten haben. Mit anderen Worten, es sind

70,93 % des eingegebenen N
61,83 % » » C
und 60,84 % der » Kalorien

in den Urinen des Tages, an dem der Hund den Extrakt bekam, und des nachfolgenden Hungertages wieder gefunden worden. Diese Zahlen müssen aber nach dem oben Gesagten als zu niedrige angesehen werden. Man hat aufserdem zu bedenken, dafs eine eventuelle Änderung des zum Vergleiche herangezogenen Normalhungertages bei diesem Versuche in der Berechnung an zwei Tagen, also in der doppelten Gröfse, auf das Endresultat

Digitized by Google

einwirken würde. Die Zahlen zeigen Differenzen zwischen N, C und Kalorien im gleichen Sinne wie Serie I und II.

Das normale Verhältnis von N : C, das am ersten Versuchstage 1 : 0,679 betragen hatte, hat sich auch hier an dem Extrakttage durch Zunahme des Nenners verändert. Wir erhielten die Zahlen 1 : 1,50 an dem Extrakttage und 1 : 1,15 am nachfolgenden Hungertage. Der Urin charakterisierte sich also auch hier als ein Gemisch von Hungerharn und Extraktivstoffen. Im Gegensatze zu meinen früheren Versuchen fand ich aber diesmal vom N etwa 30 und vom C und den Kalorien der Eingabe etwa 40% nicht in den Ausgaben wieder. Die Gründe, die zu diesem abweichenden Resultate führten, habe ich schon angeführt, es mufs jedenfalls angenommen werden, dafs der Hund einen Teil der Einfuhr zurückbehalten hat. — Zur Verbrennung gelangten — diesen Zahlen nach — etwa 10% des eingeführten Fleischextraktes, so dafs die Übereinstimmung mit den früheren Ergebnissen (15%) doch eine ziemlich gute ist, da angenommen werden kann, dafs von den fehlenden 30% des Eingeführten auch noch ein entsprechender Teil verbrannt wurde. Eigentümlich ist auch, dafs der Hund an dem Tage, an dem er den Extrakt erhielt, relativ am meisten an Körpergewicht verloren hat.

An dem Tage, an dem das Versuchstier ein Quantum Fleisch bekam, das gleich viel N enthielt wie der vorher eingegebene Fleischextrakt, erreichte die Stickstoffausscheidung durch den Urin nicht einmal ganz die Menge des eingegebenen Stickstoffs (ein Teil ging wohl mit dem Kot ab), und das Verhältnis von N : C war das normale (1 : 0,689). In den Urinen waren ca. 12 Kalorien mehr als am 3. Hungertage. Der Versuch hätte natürlich noch länger fortgesetzt werden müssen, um ganz genaue Zahlen zu ergeben; die gewonnenen Resultate zeigen aber schon recht deutlich, wie ungleich wesentlicher für die Verbrennung im Tierkörper das Fleisch ist als seine Extraktivstoffe.

Zum Schlusse spreche ich Herrn Geheimrat Rubner für die viele Anregung und Unterstützung, die er mir während der Arbeit zuteil werden liefs, meinen verbindlichsten Dank aus.

Digitized by Google

Über das Verhalten der Extraktivstoffe des Fleisches im Tierkörper.

Von

Max Rubner.

I.

Im XX. Bande der Zeitschrift für Biologie (1885) habe ich Untersuchungen, betitelt »Über den Einfluſs der Extraktivstoffe des Fleisches auf die Wärmebildung«, mitgeteilt. Es scheint mir nicht unangebracht, im Zusammenhang mit der vorstehenden Arbeit von Bürgi[1]) selbst noch auf das genannte Thema einzugehen, um zunächst etwas eingehender einer Art Legendenbildung und unrichtigen Wiedergabe meiner eigenen Beiträge zu dieser Frage entgegenzutreten.

Vorerst möchte ich einige Tatsachen historisch richtig stellen und die Motive und Ziele meiner früheren Untersuchungen kurz in Erinnerung bringen. Als ich meine Experimente über die isodyname Vertretung der Nahrungsstoffe ausführte, war die kalorimetrische Bestimmung der für den Biologen wichtigen Verbindungen noch sehr im Rückstande, und so fehlte es mir namentlich an der Kenntnis des Verbrennungswertes des Fleisches.

Da ich selbst damals kein Kalorimeter besaſs, so muſste ich versuchen, auf dem Wege kritischer Überlegung aus dem Wenigen, was man über die Verbrennungswärme von Eiweiſsstoffen wuſste, eine Grundlage der Berechnung des Verbrennungswertes des Fleisches zu gewinnen. Eine fast unüberwindliche

1) Der Nutzwert des Fleischextraktes. Dieser Band, S. 1.

Digitized by Google

Schwierigkeit bot die Schätzung der Verbrennungswärme des Fleischharns. Bei Betrachtung der elementaren Zusammensetzung desselben aber schien es mir in hohem Grade wahrscheinlich, dafs dessen komplizierter Aufbau sich aus dem mehr oder minder vollkommenen Übergang der Extraktivstoffe in den Harn erklären lasse. In diesem Falle lösten sich für mich dann die Schwierigkeiten ohne weiteres, denn es konnte der Extrakt bei der Wärmeberechnung eben ganz aufser Betracht bleiben, weil dieselbe Gröfse sowohl in den Einnahmen (Fleisch) als in den Ausgaben (Harn) mit nahezu den gleichen Werten hätte eingesetzt werden müssen.

Ein Jahr später waren alle diese umständlichen Rechnungen und Schätzungen ein überwundener Standpunkt. Nachdem ich mir ein Kalorimeter verschafft hatte, bestimmte ich den physiologischen Nutzeffekt des Fleisches durch eigene Messungen und diese Werte zeigten das Gesetz der isodynamen Vertretung noch schärfer als die ursprünglichen Berechnungen der Nahrungswerte. Ich bin daher auf die genannten älteren Publikationen nie mehr eingegangen. Es befriedigt mich aber heute noch, dafs es mir doch gelungen war, den physiologischen Nutzeffekt des Fleisches so richtig zu schätzen. Meine späteren direkten kalorimetrischen Messungen hatte ich nur wenig zu ändern, denn statt der geschätzten 25.6 Kalorien fand sich als richtige Zahl 26,0 Kalorien als physiologischen Nutzeffekt bei Fleisch.

Wenn man den von Frentzel und Toriyama ausgeführten Versuchsreihen und deren Ergebnissen — wahrscheinlich gegen den Sinn der Autoren — die Spitze geben wollte, als seien durch dieselben meine Angaben über die Verbrennungswärme des Fleisches berührt worden, so mufs ich derartigen Mifsverständnissen oder Verdrehungen von Tatsachen aufs entschiedenste widersprechen. Wie sich jeder aus der Literatur leicht überzeugen kann, hängen Verbrennungswert des Fleisches mit Untersuchungen über den Verbrennungswert des Extraktes gar nicht zusammen.

Im engsten Zusammenhang mit den Untersuchungen über isodyname Vertretung stand der Fleischextrakt aber in anderer

Digitized by Google

Hinsicht. Es war von mir die wichtige Tatsache gefunden worden, dafs durch den gewöhnlichen Akt der Nahrungsaufnahme eine Steigerung des Energieverbrauchs beim Tiere nicht auftritt. Damit standen aber Angaben über die Wirkungen des Fleischextrakts ganz und gar in Widerspruch. So war von Kemmerich die Angabe gemacht worden, der Extrakt verkürze bei Hunden, die ausschliefslich mit ihm gefüttert wurden, das Leben; einen Einflufs, welchen man durch eine vorwiegende Wirkung oder eine Steigerung der Eiweifszersetzung unter dem Einflufs der Flüssigkeitszufuhr zu stande kommen liefs.

Da die Versuche Kemmerichs nicht einwandfrei schienen und ich selbst bei Fleischzufuhr nichts, was solch eine Nebenwirkung des Extraktes hätte rechtfertigen können, gesehen hatte, gab mir auch dies einen Grund, der Extraktfrage näher zu treten.

Als Wege zur Feststellung der Rolle der Extraktivstoffe überhaupt wählte ich zwei: einmal liefsen sich die Veränderungen der respiratorischen Ausscheidungen prüfen, und ferner die Umwandlungen des Harns nach Extraktzufuhr selbst.

Was den ersten Teil der Versuchsmethodik anlangte, so hatte ich kurz vorher bewiesen, dafs gerade im Hungerzustande die respiratorischen Funktionen aufserordentlich gleichmäfsig verlaufen[1]), es eignet sich also ein hungerndes Tier vorzüglich gerade dazu, um irgendwelche Einwirkungen auf den Stoff- und Kraftwechsel zu studieren. Ich benutzte daher den hungernden Hund, um an demselben an zwei in eine Hungerreihe eingeschalteten Tagen die Extraktwirkung zu beobachten, mit durchaus eindeutigem Ergebnis.

Von einer vermehrten Zersetzung war im Respirationsversuch nichts nachzuweisen; die in der Respiration ausgeschiedenen Kohlenstoffmengen blieben die gleichen, ob mit oder ohne Extraktzufuhr. Daher konnten die Ergebnisse der Versuche Kemmerichs nicht richtig sein; Fleischextrakt regt den Hungerstoffwechsel nicht an und führt auch zu keinem rascheren Zugrundegehen der Versuchstiere.

1) Biologie, Bd. XVII, S. 214.

Digitized by Google

Es ist seit der langen Zeit, welche seit der Ausführung dieser Experimente verflossen ist, nichts bekannt geworden, was auch nur im geringsten zugunsten der früheren Annahme über eine den Stoffwechsel steigernde Wirkung der Extraktivstoffe gedeutet werden könnte.

Was kann man aber aufserdem aus dem völligen Gleichbleiben der Kohlensäureausscheidung eines hungernden oder mit Extrakt gefütterten Tieres schliefsen? Ich habe angenommen, man habe zu folgern, dafs sich die Extraktivstoffe nicht wesentlich an der Verbrennung beteiligen, und habe es nicht für notwendig gehalten, über diesen Schlufs, der mir völlig selbstverständlich galt, noch ein Wort weiter zu verlieren.

Dies scheint aber keineswegs ein ganz richtiges Vorgehen gewesen zu sein; denn die Selbstverständlichkeit dieser Annahme ist nicht überall gebührend gewürdigt worden. E. Pflüger hat Widerspruch dagegen erhoben und gemeint, es lasse sich ein sehr treffender Einwand gegen meine Schlufsfolgerungen machen, indem er darauf hinwies, dafs auch ohne eine Steigerung der Kohlensäureausscheidung der Extraktkohlenstoff verbrannt sein könnte, indem er zugleich Fettkohlenstoff einsparte.

Nach meinen eigenen Untersuchungen werde doch der Stoffwechsel nicht gesteigert, wenn man Fett füttere, dieses verbrenne vielmehr an Stelle des Körperfettes!

Diese Argumente scheinen besonderen Eindruck gemacht zu haben; diese Kritik ist ohne allen Kommentar in alle möglichen Bücher[1]) übergegangen. Dies zeigt zu meinem lebhaften Bedauern, wie wenig sich die richtigen Vorstellungen über die Konsequenzen des Gesetzes der isodynamen Vertretung der Nahrungsstoffe eingelebt haben.

Aus meinen Anschauungen über die Vertretungswerte organischer Nahrungsstoffe folgert, dafs durch die Zersetzungen von Stoffen, die im Brennwert von dem Körperfett abweichen, unmöglich ein respiratorisches Gleichgewicht der Kohlensäureausscheidung gegeben sein kann.

1) Man vergl. z. B. König, Nahrungs- und Genufsmittel, II. Teil, 557.

Digitized by Google

Zucker und Eiweifs machen sich sofort in Änderung der Kohlensäureausscheidung geltend, wenn vorher Fettzersetzung vorhanden war. Das mufs natürlich in noch verstärktem Mafse dann der Fall sein, wenn statt Fett teilweise abgebaute Stoffe, wie sie im Fleischextrakt sind, verbrennen würden.

Niemand, der die Natur der im Extrakt enthaltenen Stoffe überlegt, wird annehmen wollen, dafs isodyname Mengen Fett und Extrakt gleiche Kohlenstoffmengen enthalten! Auch wenn eine natürlich über den obligaten Versuchsfehler aller solcher Tierexperimente hinausgehende Verbrennung von Extraktanteilen eintritt, mufs eine Mehrung der Kohlensäureausscheidung sich zeigen. Der Einwand von Pflüger hat also gar keine Berechtigung und ist ganz und gar mifsverständlich angewandt.

Nun wäre nur noch eine Möglichkeit zu erörtern, nämlich eine Oxydation der Extraktbestandteile ohne Ausscheidung der Produkte durch die Respiration. Die Annahme einer einfachen innern Oxydation mit glatter Ausscheidung der Oxydationsprodukte durch den Harn wird man aber, wenn man die Frage von der quantitativen Seite ansieht, auch kaum machen können.

Die Beobachtung der Respirationsverhältnisse nach Fleischextraktzufuhr ist also eine ganz gute Methode, vorausgesetzt, dafs man über die biologischen Schwierigkeiten — ein brauchbares Versuchstier zu besitzen — hinweg kommt; sie kann uns lehren, wie sich der Gesamtkraftwechsel unter dem Einflufs der Extraktivstoffe stellt, und ob ferner ein gröfserer Anteil von Energie durch die Extraktivstoffe geliefert worden ist.

Natürlich wird das Resultat von der Genauigkeit der ganzen Methode abhängen. Da diese letztere aber an dem Umfang der Lebenserscheinungen des ganzen Körpers das Mafs ihrer Wirkung feststellt, so soll damit nur gesagt sein, dafs für den Ablauf des Lebensprozesses wichtige energetische Vorgänge durch die in den Grenzen natürlicher Schwankungen liegenden Mengen an Extraktzufuhr nicht ausgelöst werden.

Neben den Untersuchungen der Respirationsvorgänge hatte ich der Beschaffenheit des Harns nach Extraktzufuhr mein Augenmerk zugewandt.

Digitized by Google

Besondere Methoden, den Harn in seiner Beschaffenheit mit dem gefütterten Extrakt zu vergleichen, gab es damals nicht. Ich habe mich daher an die Untersuchung der N-, P_2O_5- und S-Ausscheidung gehalten, um den Gang der Ausscheidung zu kontrollieren, und an die Bestimmung des Harnstoffs nach Bunsen, um zu sehen, inwieweit die Harnstoffstufe erreicht würde.

Der Extrakt N war nur zum Teil in den Ausscheidungen zu finden, also Anteile im Körper geblieben; im übrigen liefs sich vermuten, dafs höchstens ein Teil der N-haltigen Bestandteile des Extraktes die Harnstoffstufe erreicht; also die zugeführten Extraktivstoffe wenig verändert wieder erscheinen.

Dieser Meinung, dafs die Zusammensetzung des Extraktharns vermutlich eine ganz andere wie die des Fleischharns sein werde, dürfte jeder vorurteilsfreie Beobachter, der diese Harnsorten in trockenem Zustande einmal vor sich gesehen hat, beistimmen. Ich bewahre solche Proben seit vielen Jahren eingeschmolzen in Röhren auf. Ein Blick genügt, um die markanten Unterschiede dieser Harne sich einzuprägen.

Der Extraktharn ist vom Hunger- oder Fleischharn etwas typisch Verschiedenes, wie ich unzweifelhaft zuerst gesehen habe. Respirationsversuche und Harnbeschaffenheit bei Extraktgabe gestatteten beide zusammen unbedingt den Schlufs auf eine wenig einschneidende Veränderung der Extraktbestandteile beim Durchwandern des Körpers.

Vielfach ist in der Literatur weder der Inhalt meiner Untersuchungen dem Sinne nach, noch sind die Schlufssätze vollständig wiedergegeben worden, man hat vielmehr meinen Darlegungen die entstellende Form gegeben, als hätte ich eine absolute Unveränderlichkeit der Extraktivstoffe beim Durchtritt durch den Körper angenommen. Von einer derartigen Anschauung konnte keine Rede sein, da mir denn doch das Vorkommen von Leim, von Spuren fettartiger Stoffe und Milchsäure im Fleischextrakt[1]) nicht unbekannt war und die Zerlegung solcher Substanzen füglich nicht zu bezweifeln war.

1) Siehe König, a. a. O., 1880, S. 174.

Digitized by Google

Meine letzte These lautete: »Die Bestandteile des Fleischextraktes verlassen im grofsen und ganzen unverändert, d. h. ohne Spannkraftverlust, den Körper, der Fleischextrakt hat demnach bei der Berechnung der Verbrennungswärme des Fleisches unberücksichtigt zu bleiben.«

Eine quantitative, genaue Angabe über den Grad der Zerlegung war ich nicht in der Lage zu machen; und was den Einflufs auf die Berechnung der Verbrennungswärme anlangt, so erachtete ich den Ausschlufs des Extraktes von der Berechnung als praktisch nebensächlich.

Die nachfolgenden Betrachtungen werden bestätigen, dafs in der Tat die Verhältnisse von mir richtig gewürdigt worden sind, und dafs die von Fr. und T. aufgestellten Behauptungen in keiner Weise aufrecht erhalten werden können.

II.

Falls wir vor die Aufgabe gestellt werden, den Umfang festzustellen, in welchem die Extraktivstoffe in ihrem Energiewerte beim Durchzug durch den Körper eine Veränderung erleiden, so kann man das Problem mit genügender Genauigkeit ohne auch nur ein neues Experiment anzustellen, rein rechnerisch lösen. Es wird sich das leicht zeigen lassen, und es ist ein verhältnismäfsig einfacher Weg für die Lösung vorhanden.

Wenn die Extraktivstoffe sich mehr oder minder wenig an der Verbrennung beteiligen, so müssen sie eben dort wieder gefunden werden, wo ihr Ausscheidungsweg aus dem Körper liegt, vor allem im Harn, vielleicht auch im Kot.

Die einfachste Methode zur Entscheidung der Frage mufs also auf die Bestimmung des Brennwertes des Harns hinausgehen; Untersuchungen, die ich zuerst ausgeführt habe, hatten das Resultat ergeben, dafs Fleischharn nicht nur kohlenstoffreicher ist, als wenn sich nur Harnstoff gebildet hätte, sondern auch weit mehr an Verbrennungswärme besitzt. Hungerharn, Fleischharn, Harn nach reiner Eiweifsfütterung erwiesen sich im Brennwert sehr verschieden! Ich

1) Zeitschr. f. Biologie, XXI, S. 329.

Digitized by Google

betone dies, weil bezüglich einiger, den Harn betreffender Punkte in der Literatur ganz falsche Angaben enthalten sind.

Zur Charakterisierung der Harne verschiedener Herkunft habe ich neben der Verbrennungswärmebestimmung der trockenen Substanz noch eine Verbrennungsbestimmung auf feuchtem Wege angegeben. Ich habe gefunden, dafs sich die Verbrennungswärme des Harnstoffes mittels unterbromigsauren Natrons bestimmen läfst. Allerdings mufs man damit rechnen, dafs ein kleiner Rest des Harnstoffs unzerlegt bleibt, da die Verbrennung binnen weniger Minuten zu Ende geführt werden mufs.[1])

Aber der Harn enthält noch viele andere N-haltige Verbindungen, die bei kurzer Einwirkung der Bromlauge gar nicht angegriffen werden. Die Unzerleglichkeit einiger Harnbestandteile haben der Entdecker der Brommethode, Hüfner und dann Schleich, wohl gekannt, und diese Tatsache war vielen anderen wohl auch nicht unbekannt geblieben.

Auf diese ungleiche Zerleglichkeit verschiedener Harnbestandteile gründete ich 1885 die Untersuchung der Verbrennungswärme des Harns im feuchten Zustande, nachdem ich gefunden hatte, dafs Substanzen der regressiven Metamorphose, wie sie im Fleischextrakt enthalten sind, mit Bromlauge verschwindend kleine Wärmemengen liefern. Nach meiner Auffassung war die Verschiedenheit der Harne verschiedener Herkunft, wie sie sich für Hunger- und Fleischharn schon aus anderen Experimenten ergeben hatte, offenbar durch Mischungen von Harnstoff, Ammoniak etc. mit anderen den Extraktivstoffen ähnlichen Substanzen zu erklären.

Ich habe dann wohl auch zuerst 1885 festgestellt, inwieweit Harne verschiedener Herkunft eine verschiedene Zusammensetzung besitzen müssen, weil der Anteil des mit Bromlauge entwickelten N im Verhältnis zum Gesamtstickstoff ein so sehr verschiedener war, nämlich es fand sich:

bei Harn nach Fleisch-
extraktfütterung . . 63 % N durch Bromlauge nachweislich,

1) Biologie, XXI, S. 288.

Digitized by Google

bei Hungerharn . . . 73% N durch Bromlauge nachweislich,
bei Fleischharn . . . 80% » » » »
bei Eiweifsharn . . . 88% » [1]) » » »

Wenn demnach im Jahre 1886, also ein Jahr nach dieser meiner Mitteilung. Pflüger und Bohlandt schreiben: »Wir sind zu der wichtigen Entdeckung geführt worden, dafs neben Harnstoff sehr viel mehr N-haltige Substanzen im menschlichen Urin vorkommen, als man bisher gewufst hat«, so mag zutreffend sein, dafs Pflüger und Bohlandt diese Tatsache bis dahin unbekannt war; nach der üblichen literarischen Gepflogenheit haben sie aber nicht das mindeste Recht, sich diese Entdeckung zuzuschreiben. Jedenfalls war der Umstand, dafs die Bromlaugebestimmung weniger N liefert als das Gesamt-N beträgt, Hüfner und Schleich[2]) bekannt, und sicher ist von mir schon ein Jahr vor Pflüger und Bohlandt nicht nur die Tatsache einer Differenz zwischen Gesamt-N und Hüfnerstickstoff erwähnt, sondern die ungleiche Zusammensetzung der Harne verschiedener Herkunft auf diesem Wege bewiesen worden und in einem doch ziemlich gelesenen Artikel unter dem Titel Kalorimetrische Untersuchungen publiziert worden.

Wenn ich diese Richtigstellung hiermit erst jetzt vornehme, so liegt dies darin, dafs ich der Meinung war, es würde auch ohne solche Reklamationen die historische Wahrheit Geltung finden, es scheint dies aber nicht ganz zutreffend.

Noch ausgeprägter werden die Zahlen dieses wichtigen Befundes, wenn man, wie ich bei meiner Publikation getan hatte, berechnet, wie viel auf ein Gramm Gesamt-N im Harn an Wärme kommt, die mittels Bromlauge zu entwickeln ist. Es fand sich:

	bei Fleischextrakt . .	1,87	Kalorien
im Harn nach	Fleischextraktgabe . .	4,42	»
» » »	Hunger	5,47	»
» » »	Fleischfütterung . . .	5,73	»
» » »	Eiweifsfütterung . . .	6,44	»
	im Harnstoff (rein) . .	7,05	»

1) a. a. O., S. 331.

2) Siehe auch die Kritik bei Camerer: Der Gehalt des menschlichen Urins an stickstoffhaltigen Körpern. Tübingen 1901, S. 33.

Digitized by Google

Diese Zahlen zeigten also besser als alle andern die aufserordentliche Verschiedenheit im chemischen Aufbau, und sie sind um so wichtiger auch für die Extraktfrage, weil ich zufälligerweise damals den Hungerharn, den Fleischextraktharn und Harn nach Eiweifsfütterung gerade der Versuchsreihe entnommen hatte, die Ausgangspunkt meiner publizierten Experimente über Fleischextrakt gewesen ist.

Der eigenartige Einflufs der Fleischextraktfütterung liegt also schon in diesen Experimenten klar zutage und es ist unerfindlich, warum man sie bei der Besprechung dieser Frage ganz totgeschwiegen hat.

Dies zur allgemeinen Charakterisierung der Verhältnisse; zur weiteren Prüfung wollen wir uns die Frage vorlegen, wie beschaffen ein Fleischharn unter der Voraussetzung, dafs die Eiweifsstoffe des Fleisches in den Harnstoff, der Extrakt aber unverändert in den Harn treten, vom kalorimetrischen Standpunkte aus sein müfste.

Der Wärmewert der Extraktivstoffe ist längst bekannt; wenn J. Frentzel und Toriyama in ihrer Publikation meinen, ihre Angaben seien die ersten auf diesem Gebiete, so befinden sie sich in einem Irrtum. Diesen Verbrennungswert kannte man schon vor 20 Jahren. Die kalorimetrischen Messungen beginnen doch nicht erst mit der allgemeinen Benutzung der Berthelotschen Bombe!

Nach meinen persönlichen Erfahrungen, über die ich bis jetzt nicht berichtet habe, schwankt der Wärmewert innerhalb bestimmter Grenzen, aber die Hauptursachen für die Verschiedenheit der Werte sind: die Schwierigkeiten der Analyse, Gleichmäfsigkeit des Trocknens, die Technik der Veraschung, Art der Probeentnahme, — all das spielt eine wichtige Rolle, mehr als die sog. Schärfe der kalorimetrischen Messung.

Für die weiteren Betrachtungen hätte man zu beachten, dafs der käufliche Fleischextrakt (auch der selbstbereitete) kleine Mengen Eiweifses und Albumosen einschliefst. Schon aus dem

1) a. a. O. siehe bei Bürgi.

Digitized by Google

Jahre 1866 existieren Analysen, die den »Leimgehalt« des Extraktes zu 10 % der organischen Substanz angeben.[1]) Später kamen korrigierende Angaben. Im Durchschnitt darf man als Fazit aller heute noch gültigen Untersuchungen annehmen, dafs 11 % des Gesamtstickstoffes, eiweifs- oder albumoseartiger Natur sind. Man soll aber dabei nicht übersehen, dafs die zu diesem Nachweis verfügbaren Methoden höchst wahrscheinlich und auch bei sorgfältiger Ausführung zu hohe Werte geben. Ob derartige ausgefällte Substanzen voll als »Eiweifs« geführt werden dürfen, wie es von F. und T. geschieht, kann fraglich sein. Ich fand derartige Stoffe noch wenig verändert vor, nachdem Bakterien wochenlang in den Extraktlösungen gewachsen waren![2])

Der von mir im Experimente verwendete Extrakt konnte nennenswerte Mengen von albumose- oder peptonartiger Materie nicht enthalten haben. Ich habe schon damals die noch wenig verwendete Phosphorwolframsäurefällung angewandt und gefunden, dafs die mir zur Verfügung stehende Probe Extraktes 15,6 % des Gesamt-N als Niederschlag mit diesem Reagenz gab. Von dieser ganzen Fällung konnte nur ein Teil eine komplizierte Zusammensetzung haben, weil, wie wir jetzt genauer wissen, aufser Albumosen und Peptonen auch eine Reihe einfacher Körper mit gefällt werden.

Nach diesen Vorbemerkungen gehen wir an die weitere Berechnung.

Nach meinen Analysen liefern 100 Teile trockenes, fettfreies Fleisch 15,4 Teile N.

100 Teile desselben Fleisches liefern 13,29 g organische Extraktivstoffe, frei von Leimsubstanzen. 1 g Extrakt organisch enthält im Durchschnitt 14,1 % N (die Art der Veraschung konnte die analytischen Ergebnisse sehr beeinflussen), demnach kann der Extrakt, welcher in 100 Teilen trockenen, fettfreien

1) König, Die Nahrungsmittel, I. Aufl., Bd. II.

2) Archiv f. Hygiene, Bd. XLVIII, S. 293.

Digitized by Google

Fleisches ist, 1,87 N liefern; 0,24 N kommen auf Kot; es bleibt für die Harnstoffbildung 15,40

» — 2,11

13,29 g N.

In diesen stecken 13,29 × 5,41 = 71,89 Kalorien.

Addiert sich hierzu der unverändert im Harn ausgeschiedene Extrakt, so gehen Kalorien verloren

13,29 (organische Stoffe) × 4,283[1]) = 56,95 »

also Harnstoff + Fleischextrakt Summe 128,84 Kalorien.

Von 15,16 g N, der im Harn austritt, müfsten nach dieser Berechnung 1,87 aus Extrakt sein, der Rest Harnstoff, demnach 12,3 % in Extraktstickstoff, 87,7 in Harnstoff.

Auf 13,3 N träfen sonach bei dieser Berechnung unter der Annahme völlig unversehrten Überganges des eingebrachten (wohl auch eiweifshaltigen) Extraktes in den Harn:

$$128{,}84, \text{ also } \frac{128{,}84}{13{,}3} = 9{,}25 \text{ als kalorischer Quotient,}$$

während tatsächlich nur 7,45 gefunden wird.

Bleiben wir aber nicht dabei stehen, uns den Harn zu betrachten, sondern gehen wir gleich auf die von Frentzel und Toriyama in den Vordergrund geschobene energetische Verwertung des Extraktes ein, so haben wir folgendes:

Wie viel wird tatsächlich im Harn an Kalorien verloren? Nach meinen direkten Bestimmungen 112,9 Kalorien.[2])

Somit erscheinen nicht mehr im Harn:

Harnstoff + Extrakt 128,84

Fleischharn — 112,90

15,94 Kalorien, demnach fehlen:

= **27,9 % der Extraktkalorien.**

Aber es ist ja gar nicht zu sagen, ob denn die Extraktivstoffe in ihrer Totalität den Weg durch den Harn finden müssen, es ist ohne weiteres recht wohl eine, wenn auch

1) Mittlere Verbrennungswärme für 1 g organisch.

2) Biologie, Bd. XIX, S. 343 u. Bd. XXI, S. 318.

Digitized by Google

beschränkte Ausfuhr einiger Anteile mit den festen Abgängen möglich. Auf 100 Teile Fleisch treten 16,8 Kalorien mit dem Kot aus, es können also hier wohl Anteile der in Frage kommenden Substanzen liegen. Den Tatsachen über die Ausscheidung des Kotes bei Eiweifs- und Fleischfütterung würde dies nicht widersprechen.

Für die obigen Betrachtungen hätte noch in Abzug zu kommen, dafs die Extrakte eine kleine Menge Albumosen etc. einzuschliefsen pflegen. Wir haben dieselbe auf rund 11% des Gesamtstickstoffes angegeben.[1])

Wenn in 100 Teilen trockenen Fleisches 1,87 N in Form von Extrakt sind, so treffen davon (11%) 0,20 g N auf Albumosen. Falls diese, was wahrscheinlich, eine dem Fleischeiweifs ähnliche Zusammensetzung haben, so treffen auf 1 N[2]) 34,54 Kalorien, für 0,20 also 6,71 Kalorien. Wir müssen demnach die Albumosen richtiger zum Fleisch selbst zählen und vom Extrakt abziehen.

Dann ergibt sich folgende Modifikation der Rechnung:

Es ist für Harnstoffbildung mehr zu rechnen:

	$0{,}20 \times 5{,}41 = 1{,}08$	Kalorien	
und vom Extrakt abzuziehen	$0{,}20 \times 34{,}54 = 6{,}71$	»	
Also für Harnstoffbildung im ganzen	71,89		
	+ 1,08 =	72,97	Kalorien
	72,97		
bei Fleischextrakt weniger . . .	56,95		
	− 6,71 =	50,24	»
	50,24		
Die Summe des Verlustes beträgt also		123,21	Kalorien
falls der N des Eiweifses nur in Harnstoff übergeht und der Extrakt völlig den Körper im Harn verläfst.			
Der mit dem Harn gefundene Verlust betrug wirklich		112,9	»
	Differenz	10,2	Kalorien

1) König, Bd. II, S. 553, 1904.
2) Zeitschr. f. Biologie, XXI, S. 298.

Digitized by Google

Der Verlust, den die Extraktivstoffe beim Durchgang durch den Körper erleiden müfsten, würde sich also auf 20,3% in Kalorien stellen für den eiweifsfreien Extrakt und auf 17,9% für die übliche Berechnung auf die Zufuhr.

Kommen aber Anteile der Extrakte direkt oder nach einigen Modifikationen im Kot zur Ausscheidung, so würde dies den Verlust noch kleiner machen können, als wir geschätzt haben. Bei dieser Art der Berechnung haben wir den grofsen Vorteil, dafs wir von den Ausscheidungsverhältnissen des N aus dem Körper ganz und gar unabhängig sind, welche, wie wir später zeigen werden, im Experiment so grofse Schwierigkeiten bereiten und die Resultate trüben können.

Mit diesen kalorimetrischen Berechnungen decken sich die Versuche von Bürgi recht zufriedenstellend, während die Ergebnisse von Frentzel und Toriyama damit absolut unvereinbar sind. Sie rechnen einen Verlust an Energie von 64% (ja wenn ich eine einfachere Berechnung der Kotanalyse ausführe 67%), d. h. $^2/_3$ der zugeführten Kalorienmenge, nur 36% würden unverändert im Harn erscheinen!

Wenn man die richtigen Konsequenzen aus F. und T. Zahlen zieht, so würde die Berechnung des energetischen Wertes des Fleischharns einen um 20,5% niedrigeren Wert geben müssen als er tatsächlich gefunden worden ist!

Die Absicht meiner Untersuchungen war, darzutun, ob die Veränderungen der Extraktivstoffe im Körper derartige seien, dafs diese bei der Berechnung des Wärmewertes in Betracht gezogen werden müfsten, und ich habe schliefsen zu dürfen geglaubt, die Umänderungen seien im grofsen und ganzen nicht so bedeutend.

Daher mag die obsolete Frage, inwieweit die eben berechnete Veränderlichkeit des Extraktes beim Durchtritt durch den Körper die berechnete Verbrennungswärme des Fleisches beeinflufst, noch kurz gestreift sein, um diesen Einwand ein für allemal aus der Welt zu schaffen.

Digitized by Google

Die Rechnung ergibt, dafs 100 Teile Fleisch ohne Berücksichtigung der Verbrennlichkeit des Extraktes 405, und bei Berücksichtigung rund 395 Kalorien liefern würden. Der Fehler beträgt also im ersten Falle + 2,5%, das ist praktisch, und wenn man den anfänglichen Stand der energetischen Untersuchungen beachtet, eine ganz nebensächliche Gröfse. Wenn ich dagegen den Extrakt fälschlicherweise als völlig verbrennlich angesehen hätte, so wäre dadurch die Kalorienberechnung um 12,3% zu hoch geworden!

Wenn ich also in meiner Publikation über den Fleischextrakt das Urteil abgegeben habe, die Veränderungen der Extraktivstoffe beim Durchgang durch den Körper sind so geringfügige, dafs der Extrakt bei der Berechnung des Brennwertes des Fleisches aufser Betracht bleiben kann, so habe ich damit das Richtige getroffen. Ich habe also in meinen früheren Angaben nichts zu ändern. Die Extraktfrage erledigt sich für mich hiedurch und durch die experimentellen Ergebnisse Bürgis.

III.

Die Aufgabe, Stoffe der regressiven Metamorphose verschiedener Art auf ihren Abbau im Organismus zu untersuchen, kann uns in Zukunft noch öfter entgegentreten, und wenn es sich um Mischungen oft unbekannter Zusammensetzung handelt, dürfte manchmal ein summarischer Überblick über die Veränderungen im Körper wohl am Platze sein. So hat auch bereits Bürgi auf einige weitere derartige Probleme hingewiesen.

Es ist also durchaus zeitgemäfs und, wie ich meine, wohl begründet, an dieser Stelle etwas näher auf die Methodik einzugehen, welche bei solchen Experimenten innegehalten werden sollte, und auf die kritische Verwertung, welche die Resultate finden sollen.

Kaum zweifelhaft kann es sein, dafs in vielen Fällen sowohl die respiratorischen Ausscheidungen sowie auch Harn und Kot untersucht werden müssen, und diese Kombination der Untersuchung kann sich, wie ich bei dem Fleischextrakt gesehen habe, als recht wertvoll herausstellen, weil sich die beiderseitigen Resultate stützen können.

Digitized by Google

Wie aber die weiteren Erfahrungen meines Laboratoriums gezeigt haben, kann man auch Untersuchungen dieser Art durch ausschliefsliche Betrachtung der Ausscheidungsverhältnisse des Harns mit genügender Genauigkeit ausführen.

Wenn ein Erfolg auf diesem Wege erzielt werden soll, so mufs eine ganze Reihe von Vorbedingungen festgehalten werden.

Ich habe am hungernden Hund experimentiert und experimentieren lassen, und zwar aus guten Gründen.

Wenn man die Veränderungen einer Substanz beim Durchgang durch den Körper studieren will, und zwar die einer stickstoffhaltigen Mischung, so vollzieht sich die Ausscheidung zwar wesentlich mit dem Harn. Man wird wegen eines etwaigen Verlustes mit der Resorption und aus anderen zu erörternden Gründen einen Körperzustand wählen, bei dem die Kotausscheidung möglichste Minima aufweist, das ist eben im Hungerzustand der Fall.

Nach meinen Untersuchungen treffen auf 100 im Harn bei Hunger ausgeschiedener Kalorien (128,8 : 16,8) 13,0 auf Kot.

F. und T. haben statt diesen einfachen Versuchsbedingungen den Hund mit Kartoffeln und Fett gefüttert und dabei eine enorme Kotausscheidung im Verhältnis zum Harn bekommen, nämlich auf 100 Kalorien im Harn (84 : 107) 127,4 Kalorien im Kot, d. h. der Kot als Ausscheidungsquelle spielt eine 10 mal so grofse Rolle als in meinen Experimenten.

Dies ist ein sehr erheblicher Übelstand; wenn man sich über den Verbleib von nur 100 Kalorien täglicher Nahrungszufuhr Rechenschaft abzulegen hat, wie es bei solchen Experimenten mit Fleischextrakt der Fall war. Die Abgrenzung des Kotes ist in längeren Reihen eine ganz befriedigende und genügt in der Genauigkeit den gestellten Fragen; anders wird es, wenn man auf wenige Kalorien genaue Auskunft durch Beobachtungen einer 3- und 4tägigen Reihe geben soll. Wie wenig scharf diese Abgrenzung bei F. und T. war, geht schon aus der Art der Analyse des Kotes nach Zugabe von Fleischextrakt hervor, den sie in ganz anderer Weise behandelt haben als den Kot der vorhergehenden Reihe ohne Extrakt.

Digitized by Google

Die Komplikation durch Kotbildung kann aber noch weiter unbequem werden, denn Fleischextraktzufuhr kann, wie es scheint, ein gleichzeitig gegebenes Nahrungsmittel in der Resorption beeinflussen. Hierüber sind auf dem letzten Internationalen Kongrefs für angewandte Chemie bemerkenswerte Mitteilungen gemacht worden. Die Resorptionsgröfse mehrerer untersuchter Nahrungsmittel hatte bei Extraktbeigabe zugenommen. Ob dies allgemein geschieht, weifs man nicht, aber es bleibt bei Fütterungsversuchen in der Art und Weise, wie F. und T. sie angestellt haben, immer die Ungewifsheit, inwieweit nicht doch auch solche Wirkungen des Extraktes vorliegen mögen.

Wenn aber, im Gegensatz zu den eben gegebenen Auseinandersetzungen, eine Kotvermehrung, wie F. und T. aus ihren Versuchen es ableiten, vorliegt, so ist sie nicht, wie die genannten Autoren unbewiesen annehmen, so zu erklären, dafs eben Extrakt nicht resorbiert wurde. Es kann sich zum mindesten auch um eine durch den Darmreiz erzeugte Erhöhung der Kotbildung handeln. Keinesfalls darf man ohne weiteres die im Kote reichlicher kommenden Kalorien glatt von der Einnahme abziehen. Das Mehr im Kote ist eine Ausscheidungsgröfse, die in bezug zur vollen Nahrungsaufnahme gesetzt werden mufs. Das Gesagte wird genügen, um zu zeigen, dafs für die vorliegende Frage ganz unmöglich der Extrakt einfach als Beifutter zu anderer Kost gegeben werden sollte, wenn es gilt, die Umsetzungen eines kalorisch so geringwertigen Materials zu prüfen, was selbst, wenn es voll verbrennlich wäre, nur in Quantitäten eingeführt wird, welche vielleicht noch nicht $^1/_7$ des täglichen Energiebedarfes ausmachen!

Der Kot spielt dann in alle Rechnungen hinein. Der Kot kompliziert auch wieder die Berechnung der zu Verlust gegangenen Kalorien. Die Anzahl der Kalorien ist in der Vorperiode 26,75 täglich, in der Fleischextraktperiode 26,4 Kalorien, also weniger; nun ziehen F. und T. das Rohfett der beiden Kotsorten heran; in der Vorperiode war mehr Rohfett im Kot als in der Extraktperiode, und so bleibt ihnen nach diesen Abzügen noch ein grofses Plus an Kalorien für den Extrakttag.

Digitized by Google

Auch diese Rechnung kann man beanstanden. Ganz abgesehen von der Frage des Kalorienwertes des Rohfettes kann man eine solche Berechnung nicht ausführen. Wenn auch das Rohfett natürlich nichts mit dem gefütterten Extrakt selbst zu tun hat, so weifs man doch nicht, welche sonstige Änderungen im Kot erfolgt sind, wie viel Seifen in beiden Kotsorten gewesen sind u. dergl.

Das Rohfett rührt auch gar nicht alles vom gefütterten Fett her. Die ganze Berechnung dieser Kotkalorien ist unsicher; aus den beobachteten Zahlen ist nur das eine gewifs, dafs nach Fleischextraktzufuhr sogar etwas weniger an Kot kam wie in der Vorperiode.

Eine weitere Aufgabe besteht in der Feststellung der Gröfse der Ausscheidung von Extraktanteilen mit dem Harn. Der Harn nach Extraktfütterung ist zweifellos nicht ausschliefslich durch die Extraktbestandteile gebildet, sondern eine Mischung von Harn, der sich aus der Zerlegung von Eiweifsstoffen gebildet, und solchem, welcher aus Extrakt stammt. Man mufs also die Untersuchung unter solchen Umständen machen, welche eine gleichmäfsige N-Ausscheidung erwarten lassen.

Auch dazu eignet sich der Hungerzustand. Die Gesetze des N-Verbrauchs im Hunger kennt man für Fleisch- wie Pflanzenfresser, Vögel usw. genügend. Selbstredend könnte man auch eine N-freie oder N-arme Kost wählen, wenn nicht der dabei erzeugte Kot, wie oben gesagt, eine Störung brächte. Legt man die Extrakttage zwischen Hungertage, so hat man, soweit überhaupt unsere Methodik reicht, genügende Garantie für die Beurteilung der mittleren Stickstoffausscheidung.

F. und T. haben auch hierin und zwar nicht mit glücklicher Hand einen ganz anderen Weg eingeschlagen. Sie sagen: »Wir sahen in der Einleitung, dafs Rubner das Zurückbleiben von Fleischextraktbestandteilen im Körper seines Hundes durch die Besonderheit der vorausgegangenen Fütterung zu erklären sucht. Um nun bei unserem Versuche ähnliche ‚abnorme' Verhältnisse zu vermeiden, haben wir nicht alsbald den Fleischextraktversuch an den eben besprochenen Vorversuch angeschlossen, sondern

Digitized by Google

das Tier erst einige Tage lang in gewohnter Weise mit Reis, Schmalz und Fleisch gefüttert und dann erst, als sich der Körper des Tieres unter denselben Bedingungen befand (welche? Ref.), wie bei Beginn des Versuches, den Fleischextraktversuch in Gang gebracht.«

Angeblich wollen F. und T. etwas vermeiden, das in meinem Versuch störend eingegriffen hat; meine und ihre Experimente aber in Analogie zu stellen, geht gar nicht an. Ich habe beobachtet, dafs mein hungerndes Tier die ganze Versuchsperiode von 4 Tagen an Gewicht zugenommen hat. Diese nicht zu bestreitende Tatsache ist nur durch Zurückhaltung von Wasser zu erklären, und dieses Wasserbedürfnis kann logischerweise nur auf einen vorhergehenden Wasserverlust bezogen werden, und dafür war in meinen Experimenten Gelegenheit, weil ich vor den Extrakttagen und den dazugehörigen Hungertagen sehr wasserarmes Fleischeiweifs gefüttert hatte.

Diese von mir zuerst gesehene starke Wasserentziehung durch Verfütterung von ausgewaschenem und ausgepreſstem Fleischeiweifs ist auch von anderer Seite[1]) beobachtet und zum Studium der Wasserentziehung bei Hunden methodisch verwertet worden

Nun kann man doch niemandem zumuten, zu glauben, es sei bei Kartoffelkost, die eben ein Minimum an Eiweifs und reichlich Wasser enthält, eine solche Vorsicht geboten wie bei entwässertem Eiweifs!

F. und T. konnten bei ihrer Versuchsanordnung also das Gleiche, wie ich gesehen, überhaupt nicht erwarten, und es war daher die Trennung des Extraktsversuchs von der Vorperiode durch nichts gerechtfertigt, ja wir erfahren nicht einmal, welches Körpergewicht der Hund an den verschiedenen Tagen hatte. Kam es darauf an, zu beweisen, dafs bei Fr. und T. hierdurch keine Änderung des Wasserbestandes eingetreten war, so hätte doch die Erhebung des Körpergewichts notwendig ausgeführt und mitgeteilt werden müssen. Dies ist aber nicht geschehen.

So folgte auf einen am 23.—27. Januar ausgeführten Versuch am 5.—8. Februar ein Extraktversuch, also nach 7tägiger weiterer

1) Straub, Zeitschr. f. Biologie, Bd. XXXVIII, S. 537.

Digitized by Google

Fütterung.[1]) Kein Mensch wird deswegen, weil ein Fütterungsversuch mit Kartoffel und Fett eine Woche vorher ausgeführt wurde, sagen können, er wisse genau, wie viel der Hund an N an diesen durch Fleischextraktzufuhr komplizierten Fütterungstagen ausgeschieden hätte, wenn eben Fleischextrakt nicht gegeben worden wäre. Und doch kommt es eben hier bei dieser Art von Versuchen auf kleine N-Mengen ganz erheblich in der Berechnung an und je genauer man zu schätzen in der Lage ist, wie viel N ein Hund ohne Fleischextraktzufuhr an den Tagen, deren N-Ausscheidung durch Extrakt verändert ist, umgesetzt hätte, um so verwendbarer ist das Resultat.

Man braucht also eine Vergleichsbasis, auf welche man die Versuchsergebnisse mit Extrakt beziehen kann, und diese bietet zweifellos bei F. und T. bei so langer Trennung zweier zusammengehöriger Versuchsteile keine genügende Sicherheit für die vorliegende Frage.

Aber nehmen wir an, es sei auch ein idealer Versuch gelungen, und die Ausscheidungen in der Hunger- wie in der Extraktperiode tadellos sichergestellt, wird dann eine einfache Subtraktionsmethodik zwischen Extraktharn und Vorperiode angeben, wie viel von dem gefütterten Extrakt wieder ausgeschieden wurde?

Nehmen wir die vorläufig noch von niemandem bestrittene Voraussetzung an, der N der Extraktivstoffe werde im Harn (oder Kot) wieder ausgeschieden, so darf ein Experiment zweifellos nicht eher unterbrochen werden, als bis ein Gleichgewichtszustand der Ausscheidungen eingetreten ist und als Überschufs soviel an N erscheint, als in den Körper an N im Extrakt eingeführt wurde (oder ein sonstiger Gleichgewichtszustand eintritt).

Wollte man dieser Bedingung nicht genügen und das Ergebnis auch dann für verwertbar halten, wenn nur ein Teil des Stickstoffs wieder erschienen ist, so würde man bei der Feststellung des physiologischen Nutzwertes des Fleischextrakts genau so unverständig verfahren, als wenn man den Nutzwert des Fleisches

1) Und keine zweite Normalreihe! (Nachperiode.)

Digitized by Google

und anderer N-haltiger Körper feststellen wollte, ohne sich darum zu kümmern, ob denn aller N auch umgesetzt worden ist. Je nachdem mehr oder weniger Eiweifs angesetzt worden wäre, hätte man bald einen grofsen, bald einen kleinen Nutzwert des Fleisches etc.

Erscheint aber der N nach Extraktgaben nicht wieder in den Ausscheidungen, so mufs doch dieses Nichterscheinen erklärt und das Fehlende gegebenenfalls in der Rechnung berücksichtigt werden.

Ich habe zuerst gesehen, wie nach Extraktfütterung keineswegs aller N im Harn wieder zu finden, oder aus den Ergebnissen zu berechnen war, und unter den Bedingungen meiner Experimente auf eine Retention von Extraktbestandteilen geschlossen.

F. und T. haben zufälligerweise auch ein solches Defizit (von rund 22,4%) erheblicher Art gefunden, sie berechnen aber das Fehlende nicht als Retention im Körper, sondern einfach als »verbrannt«, d. h. als Energieverlust des Extraktes beim Durchgang durch den Körper.[1])

Wohin sollte es führen, wenn man nur das, was man eben unter ganz wechselnden Versuchsbedingungen nicht wiederfindet, einfach als ausgenutzten Kraftverbrauch auffassen wollte.

Wenn sich F. und T. nun doch einmal nur auf die Untersuchung der flüssigen und festen Abgaben beschränken wollten, so mufste es auch ihre Sorge sein, eine Aufklärung in dieser Richtung zu geben. Sie haben so viele unbedeutende Punkte bei der Berechnung ihrer Experimente in Erwägung gezogen, dafs man füglich betroffen ist, über den Verbleib von $^1/_5$ der eingeführten Stoffe nichts weiter zu hören.

Wenn der N zu über $^1/_5$ nicht wiedergekommen sei, so müfste doch eine mehr oder minder grofse Menge der Kalorien *mit dem* N irgendwo verblieben sein. Diese Stoffgruppen können doch nicht mit der Atmung verschwunden sein, also mufs ihr Verbleib festgestellt oder ein bestimmter Rest des Extraktes als noch nicht ausgeschieden aufser Rechnung bleiben. Dafs man

1) Von 3,813 N der Zufuhr kommen im Harn 2,956 nach ihrer Rechnung wieder = 0,857 g zu wenig, und wenn man das Mehr im Kot der Extrakttage berücksichtigt, 0,857—0,19, zum mindesten 0,667 g zu wenig.

Digitized by Google

ganz andere Werte als Ergebnis bekommen hätte, dürfte jedem Leser klar sein.

Durch diese Aufserachtlassung von 22% des gefütterten N erklärt sich natürlich ohne weiteres ein grofser Teil der angeblich verbrannten und im Körper verwerteten Energiemengen, ich will also auf diesen Punkt nicht weiter mehr zurückkommen.

Läfst sich aber überhaupt die einfache Subtraktionsmethode (Werte der Extrakttage minus den Werten der Tage ohne Extrakt), die F. und T. verwenden, unter allen Umständen als richtig ansehen?

Kann man erwarten, dafs der eingeführte Extrakt auch nur hinsichtlich des N-haltigen Teils ganz als Überschufs über die »Vorperiode« erscheint?

Was bedeutet das Fehlen von N in den Ausscheidungen, wenn sich bei solchen Berechnungen nicht aller im Extrakt eingeführter N in den Ausgaben wieder findet?

Ist die Annahme einer vergleichenden Vorperiode, welche erlaubt, ihre Werte von den Extrakttagen in Abzug zu bringen, um den wahren, durch die Extraktzufuhr bedingten Überschufs zu erfahren, zulässig?

Das alles sind Fragen, auf die man sich einlassen mufs, wenn, wie gesagt, Harn und Kotausscheidung allein den Entscheid in der Frage bringen sollen.

Bei einem Experiment mit Fleischextrakt und ähnlichem werden die Ergebnisse offenbar, wie man sich klar machen mufs, durch die eigenartige Zusammensetzung aus Eiweifsstoffen, Albumosen, Leim u. dgl. einerseits und den Extraktivstoffen im engeren Sinne andererseits in doppelter aber verschiedenartiger Weise beeinflufst.

Nehmen wir zuerst die Verhältnisse der eiweifshaltigen Stoffe. Welche Erscheinungen können sich bei der Zufuhr dieser Stoffe geltend machen?

F. und T. machen sich offenbar die Vorstellung, dafs Eiweifszufuhr einfach ein Plus an Stickstoff und Kalorien über die Verhältnisse der Hungerausscheidung hinaus geltend macht?

Sie schreiben: »In der zweiten Reihe werden täglich noch 40 g Fleischextrakt mit 1,155% Eiweifs N gereicht, d. h. also

Digitized by Google

0,4620 g Eiweifs N pro Tag; diesen entsprechend erscheinen $0{,}462 \times 7{,}31 = 3{,}38$ Kalorien im Harn[1]); es wurden also, wenn man diese aus Eiweifs stammenden Kalorien abzieht, im Harn der Fleischextraktreihe täglich $34{,}36—3{,}38 = 30{,}98$ Kalorien mehr ausgeschieden als am Tage der Vorperiode.«

Die Verfasser meinen also, der Überschufs an Kalorien im Harn, welchen sie durch Abzug der an den Fütterungstagen mit Kartoffeln und Fett, von den Fütterungstagen mit Kartoffel-Fett-Extrakt erhaltenen Werten erzielten, sei zu grofs gewesen, denn in diesem Kalorienüberschusse steckten auch die Verbrennungsprodukte aus dem eingeführten Eiweifs, und mufsten daher abgezogen werden.

Das ist eine ganz falsche Vorstellung und ein unrichtiges Verfahren; der N des Harns, soweit er von der Eiweifszufuhr herrührt, erscheint er eben ganz und gar nicht als einfaches Plus, sondern ersetzt mehr oder minder den sonst im Hungerzustande verausgabten N.[2])

Wenn man Fleisch in kleinen Mengen (s. o. S. 18) verabreicht, so wird dabei, sofern diese Mengen den N-Umsatz des hungernden Hundes decken sollen, kein Gleichgewicht erreicht, sondern sogar etwas mehr an N ausgeschieden als vordem. Die besten Beispiele für solche Umsetzungen finden sich bei E. Voit (Zeitschr. f. Biologie XXXII, S. 64, 78, 90 und 93), denen ich ähnliche eigene Werte beifügen könnte. Man kann in runder Summe annehmen, dafs bei 100 Teilen N-Zufuhr der Umsatz = 125 wird. 100 Teile Nahrung haben also den ursprünglichen Verlust 100 heruntergebracht auf $100—25 = 75$.

Diese Zahl könnte man den Nutzwert des Stickstoffs heifsen. Zieht man bei solchen Experimenten die Hungerwerte von den Fütterungswerten ab, so finden wir also nur 25% des N wieder und 75% »sind verschwunden.« Also jede Wertigkeit des N mufs sich also in einem solchen Defizit des N ausdrücken.

Diese Wertigkeit ist aber sehr ungleich.

1) d. h. als Fleischharn gerechnet.

2) Siehe die Beispiele bei Bürgi, S. 16.

Digitized by Google

Auch über den Leim wissen wir aus den Versuchen von Kirchmann[1]) wie er sich gegenüber der Vertretung des im Hunger zersetzten Stickstoffes verhält. Wenn man aus diesen Experimenten (S. 78) diejenigen auswählt, in denen knapp so viel Leim N gegeben wurde als im Hunger umgesetzt wurde, und berechnet wie viel 100 Teile N der Zufuhr von der im Hungerzustand verlorenen N-Menge einsparen, so kommt man (Versuche 4, 5) auf die Zahl 25,8.

Der Leim ersetzt also nur einen sehr kleinen Teil des Stickstoffs, obschon er auch den Eiweifsstoffen in Entstehung und sonstigem Nährwert nicht so fern steht.

Bei einer Differenzrechnung fehlen also rund 26% der N-Zufuhr, wir finden in den Ausscheidungen mehr + 74% des N.

Aus den beiden angeführten Beispielen dürfte ersichtlich sein, dafs den Extraktivstoffen doch unzweifelhaft noch eine Rolle zufallen mufs, welche sogar unter der des Leimes stehen wird, was die N-Sparung anlangt; mit anderen Worten, es ist in hohem Mafse wahrscheinlich, dafs der Extraktstickstoff — abgesehen von dem kleinen in Albumosen gebundenen Teil — fast völlig in den Ausscheidungen wird wieder auftreten müssen. Von dem Albumosen-N ist aber in der Ausscheidung — betrachtet nach der »Subtraktionsmethode« — nur ein Teil zu finden.

Es verträgt sich also unter keinen Umständen mit den Vorstellungen über die Funktion N-haltiger Abbauprodukte, dafs durch diese Vertretung und Ersparnis der im Hunger zersetzten Substanz von seiten der Extraktivstoffe eine erhebliche Sparung eintritt, also ein gröfseres Defizit an N bei der schematischen Subtraktionsberechnung gedeckt wird. Wenn es wahr ist, dafs rund 11% des Eiweifs-N aus Albumosestoffen besteht oder sonst physiologisch gleichwertigen Gruppen, so mag das durch die ernährende Wirkung zu erklärende Defizit vielleicht 7—8% des N der Zufuhr ausmachen.

Der Eiweifs- und Albumosengehalt erklärt also, wie ich eben gezeigt habe, einen Teil des anscheinenden Defizits des

1) Zeitschr. f. Biologie, XL, S. 78.

Digitized by Google

N und ein entsprechendes Kaloriendefizit. Aber man kann unmöglich annehmen, dafs darüber hinaus die zugeführten Extraktstoffe eine solche eiweifssparende Wirkung gehabt haben, wie man sie z. B. aus meinen älteren Experimenten und denen von F. und T. ableiten mufs, wie ich gleich zeigen will:

In dem vorliegenden Versuch von Fr. und T. könnte man noch folgende Berechnung ausführen:

Ausgeschiedener N im Harn der Extrakttage . . .	5,29 g N
Einnahme an Extrakt	3,81 » »
Vom Körper abgegeben	1,48 g N
Die Eiweifszersetzung der Tage ohne Extrakt war .	2,33 g N
wovon	1,48 » » ab
somit sind ersetzt	0,85 g N

hierzu dienten 3,81 N der Zufuhr.

100 N Zufuhr an Extrakt hätten demnach 16 Teile N des Hungerumsatzes ersetzt.

Eine andere Berechnung meines älteren Versuches gibt:

Umsatz der Fleischextrakttage	6,81 g N
in der Zufuhr	3,61 » »
also vom Körper abgegeben	3,20 g N
In der Hungerperiode vor dem Umsatz	4,36 g N
Wenn noch 3,2 vom Körper kommen	3,20 » »
bleiben als ersetzt durch Extrakt	1,16 g N

Demnach haben 3,61 N an Extrakt 1,16 N, der sonst ausgeschieden wurde, ersetzt oder

100 N ersetzen 32,1.

Aus dem Vorstehenden würde also folgen, dafs 100 Teile Extraktstickstoff nicht weniger als einen Nutzeffekt bis zu 32 % haben könnten, während man doch bei Leim nur 26 % berechnen darf. Es kann sich also um solche Ersparungen gar nicht handeln, in den Versuchen von Bürgi zeigt sich, wie sich das N bis auf wenige Prozente, die sich ganz gut durch die Eiweifswirkung der Albumosen erklären, nach Extraktgabe wieder finden läfst.

Je nach dem Eiweifsgehalt eines Präparates werden wir also recht verschiedentliche Defizite haben können, im Durchschnitt müssen bei Extrakt vielleicht 5—8 % auf solche »Einsparung« zurückgeführt werden können, mehr läfst sich als scheinbare Retention nicht erklären.

Digitized by Google

Da das mitgefütterte Eiweifs auch Eiweifs spart, so verändert sich an den Extrakttagen sozusagen die Basis der Berechnung, es ist, als wenn sich der Hungerstoffwechsel erniedrigt hätte und der durch Subtraktion zu gewinnende Wert wird zu klein, läfst man also das Eiweifs in der Zufuhr beiseite, so hat man noch zu erwägen, dafs auch die Vergleichszahlen der Hungertage nicht mehr das angeben, was vom Körper abgegeben worden ist, sondern der berechnete Hungerverbrauch mufs um den Anteil gekürzt werden, welcher aus der Zerlegung des N-haltigen Anteils des Eiweifses stammte. Ich will vorläufig auf diesen Umstand nicht weiter eingehen.

Dafs auch durch gelegentliche Änderung im Wassergehalt des Körpers kleine Ungenauigkeiten der Zersetzung und der Ausscheidung des N kompliziert auftreten können, mag nur kurz erwähnt sein.

Eine weitere Möglichkeit, ein N-Defizit zu erklären, läge in der Annahme eines N-Ansatzes. Hierüber können wir schnell vorüber gehen; Ansatz von N aus den kleinen Anteilen Eiweifs des Extraktes ist unter den obwaltenden Umständen unmöglich.

Die dritte endlich besteht in der Zurückhaltung von Extrakt im Körper. Für dieses Vorkommen sprechen eine ganze Reihe von Tatsachen.

Das Gesagte ergibt, dafs die Versuchsmethodik, wenn sie zum Ziele führen soll, eine recht wohl überlegte sein soll, und dafs wir keineswegs einen beliebigen Spielraum haben. Die Art der Berechnung hat die ungleiche Funktion zwischen Eiweifsstoffen und Extraktstoffen gebührend zu beachten. Die Berechnung der Ergebnisse darf nur für den Gleichgewichtszustand ausgeführt werden, also namentlich ist es ungehörig, Bestandteile, welche zum vorübergehenden oder längeren Verbleib im Organismus bestimmt sind, aufser Betracht zu lassen.

IV.

Es ist unmöglich, die zum Teil sehr erheblichen Defizite in der Ausscheidung des N nach Fleischextrakfütterung nur durch den Eiweifsgehalt des Extraktes, oder durch eine mit Bezug auf

Digitized by Google

den N-Bedarf direkt nährende Wirkung der Extraktivstoffe zu erklären, wie ich eben bewiesen habe.

Wir kommen daher wieder zu der Anschauung, die ich am Anfang vertreten habe, zurück, dafs vom Extrakt mitunter — die Versuche von Bürgi zeigen die fast völlige Wiederkehr des N — ein Teil im Organismus zurückgehalten werden kann. Diese Zurückhaltung war in meinem älteren Versuch begleitet von einem Wasseransatz. Ich möchte zum Beleg der Sache eine Versuchsreihe mitteilen, die nicht nur durch die Gewichtsänderungen, sondern durch direkte Beobachtung der Wasserbilanz den Wasseransatz in Wasserabgabe uns vorführen sollen. Dabei wurden aber auch alle sonstigen zur Beurteilung eines solchen Experiments notwendigen Erhebungen gemacht.

Der von Dr. Spitta ausgeführte Versuch hatte die Aufgabe, bei hoher Lufttemperatur namentlich die Respirationsverhältnisse nach Extraktzufuhr zu prüfen. Es war zwar schon in meinen älteren Versuchen kein Grund zu finden gewesen, um einen Einfluſs der Extraktfütterung auf den Kraftwechsel anzunehmen, aber man kann ja das Experiment auch schärfer machen, wenn man bei 28—30° jede Möglichkeit chemischer Regulation ausschaltet, wobei dann etwaige Reizwirkungen voll zum Ausdruck kommen müſsten. Ich habe aufserdem mit diesen Versuchen auch noch die direkte kalorimetrische Messung der Wärmeabgabe verbunden.

Die Extraktmengen wurden klein gewählt; ich hatte aber wie immer die Absicht, nicht mehr einzuführen, als bei reichlicher Fleischkost im Fleische von den Tieren als Extrakt verzehrt wird. Man könnte denken, dafs durch überreichliche Zufuhr ein unnatürliches Hindurchjagen des Extraktes durch den Körper herbeigeführt wird.

Der verwendete Fleischextrakt hatte 79,84 % Trockensubstanz, 9,52 % N und 27,06 C der frischen Substanz.

In 80 g frischer Substanz waren 7,61 N und 21,65 C = der 2tägigen Dosis, ferner 12,81 g Asche und 4,20 g PO_4H_3.

1 N also = 28,4 C = 0,552 PO_4H_3.

63,84 trockener Extrakt liefern 224,6 Kalorien, 1 N = **29,64 Kalorien** (1 g Organisch 4,401 Kalorien = 0,1484 N).

Digitized by Google

Die Ergebnisse des Versuchs sind in folgenden drei Haupttabellen zusammengestellt.

Tabelle I.

Ausscheidungsverhältnisse im Harn.[3])

Tag	Extrakt aufgenommen g	Wasser aufgenommen	Harn ausgeschieden ccm	N ausgeschieden Harn	N in Kot	C ausgeschieden Harn	C in Kot	$\frac{C}{N}$ im Harn	PO_4H_3 Harn	$\frac{Kal.}{N}$ im Harn
1.	—	412	?[1])	4,25	0,08	3,11	0,5	0,73	0,736	6,51
2.	—	455	92	3,33	0,08	2,64	0,5	0,79		
3.	40 (= 3,8 N)	610	280	5,39	0,24	4,95	1,6	0,92	3,61	11,83
4.	40 (= 3,8 N)	700	282	4,78	0,24	4,81	1,6	1,01		
5.	—	345	45	2,43	0,08	1,76	0,5	0,72	0,485	7,80
6.	—	320	55	2,56	0,08	1,38	0,5	0,61		

Tabelle II.

Respirationsverhältnisse und Kraftwechsel für 24 Stunden.

Tag	Gewicht zu Anfang und Ende des Tages	Temp	CO_2 Respir.	C Respir.	C in Harn u. Kot	Summe C	N-Umsatz	Fett C	Kalorien		
									Eiweiß	Fett	Summe
1.	7690 7380	27,6	206	56,1	3,6	59,7	4,3	45,6	107,5	560,8	668,3
2.	7380 7270	27,4	173	47,1	3,1	50,2	3,4	39,0	85,0	479,7	564,7
3.	7270 7150	27,7	186	50,8	6,5	57,3	5,6	—	—	—	—
4.	7150 7190	28,9	155	42,2	6,4	48,6	5,0	—	—	—	—
5.	7190 7000	29,9	154	42,0	2,3	44,3	2,5	36,1	62,5	444,0	506,5
6.	7000 6930	29,5	135	37,4	1,9	39,3	2,6	30,7	65,0	377,6	442,6

1) Nicht direkt gemessen, nur inkl. des zur Blasenspülung verwendeten Wassers.

2) Kot wurde in der Tabelle nicht berücksichtigt. Im Hungerkot des Hundes fanden sich pro 2 Tage 0,132 g PO_4H_3, im Extraktkot 0,261.

3) Mittelgewicht aller Hungertage 7,27, aller Extrakttage 7,19 Kilo.

4) Nach dem Ausspülen der Blase 45 g frischen Kot abgesetzt = 12 g Trockensubstanz. Die Gewichte verstehen sich für das blasenreine Tier.

Digitized by Google

Tabelle III.

Wasserbilanz.

Tag	Aufnahme			Abgabe				Körper		Körpergewicht Änderung
	In Kost	durch Zersetzung[2]	Summe	Respir.	Harn[2]	Kot	Summe	nimmt zu an Wasser	gibt ab an Wasser	
1.	432	172	604	694	79	6[1]	779	—	175	— 310
2.	455	139	594	493	82	6	581	13	—	— 130
3.	578	125	703	438	257	6	701	2	—	— 120
4.	668	125	793	352	261	6	619	174	—	+ 40
5.	345	112	457	441	38	6	485	—	24	— 190
6.	320	115	435	350	47	6	403	32	—	— 70

Die Ergebnisse zeigen eine abfallende Reihe der Kohlenstoffausscheidung, und diese wird offenbar durch einen eigenartigen Umstand im Verhalten des Körpergewichts mit beeinflufst. Der erste Tag steht noch unter dem Einflufs der Gewöhnung an den Apparat, obschon der Hund schon einen Tag vorher ins Kalorimeter gebracht worden war. Dann sinkt die CO_2-Ausscheidung gleichmäfsiger. Der erste Fleischextrakttag brachte eine kleine Zunahme der CO_2-Ausscheidung, die wohl auf die Unruhe des Tieres zu schieben sein dürfte, denn am nächsten Tage sinkt trotz des gleichen Fütterungszustandes die CO_2 wieder ab und der darauffolgende Hungertag bringt keine Veränderung. Erst am sechsten Tage geht der Abfall rasch weiter.

Die Berechnung pro Kilo Tier ist ohne weiteres nicht genau durchzuführen; denn zweifellos ist eine Störung vorhanden am

1) Aufgerundet statt 5,7.

2) Trockengewichte des Harns:

I. Periode Summe 23,4 g a) 13,1 b) 10,3,
II. » » 44,0 » a) 23,3 b) 20,7,
III. » » 14,6 » a) 7,0 b) 7,6.

3) Nach Rubner, Archiv f. Hygiene, XXXVIII, S. 157 berechnet: 1 N = 26,2 Organ- und Oxydationswasser = 1 Fettkal. = 0,110 Oxydationswasser.

a)	b)	c)	d)
111,3	86,4	63,6	67,1
61,1	52,2	48,4	48,1
172,4	138,6	112,0	115,2.

Digitized by Google

vierten Tage, wo das Tier trotz Hungerns um 40 g zugenommen hat. Hier kann nur Wasser im Körper zurückgehalten worden sein. Am verständlichsten werden die Zahlen, wenn wir die Wasserbilanz betrachten. Hier sind alle Werte, welche direkt zu gewinnen sind, durch Analyse festgestellt, nur das Wasser, welches aus den zersetzten Stoffen stammt, mufs berechnet werden, wofür ich an anderer Stelle nähere Unterlagen gegeben habe. Aus den Versuchsergebnissen geht eine zum Teil recht erhebliche Schwankung der Wasserabgabe hervor. Am ersten Tag hat das Tier an 175 g Wasser von seinem Bestande eingebüfst (2,3% seines Gewichtes), an den folgenden Tagen wird dieser Verlust ersetzt. Am 2. Tage der Extraktfütterung blieben 174 g Wasser im Körper zurück und das Körpergewicht nahm gar nicht ab, sondern trotz Hunger um 40 g zu!

Solche Schiebungen im Wassergehalt sind doch viel häufiger als manche annehmen; ich habe sie in den letzten Jahren mehr als bequem ist, gesehen; auch mein früherer Fleischextraktversuch zeigte an Hunger- wie an Extrakttagen diese Erscheinung. Dort waren die Gewichte:

18,40 kg (Hunger),
18,40 » (Extrakt),
18,45 » (Extrakt),
18,470 » (Hunger),

obschon das Tier täglich um mehr als 200 g an Gewicht hätte einbüfsen müssen.

Denselben Vorgang hatte ich noch bei einem anderen, deshalb nicht weiter durchgeführten Experiment mit Extrakt zu sehen Gelegenheit. Diese Wasserzurückhaltung steht nicht mit der Extraktfütterung, sondern offenbar mit dem Hungerzustand in Zusammenhang. Mir scheint dieser Vorgang mit Eigentümlichkeiten mancher Tiere zusammenzuhängen, vielleicht mit dem Alter der verwendeten Hunde. Eliminiert man Ansatz und Abgabe von Wasser aus den Körpergewichtszahlen, so treten die Differenzen in der Kohlensäureausscheidung etwas zurück aber

Digitized by Google

doch nicht völlig. Die Kohlensäurewerte fallen ziemlich rasch ab. Man kann folgende mittlere Werte pro Kilo annehmen:

1.	73,5	3.	69,1	5.	58,3
2.	62,9	4.	58,7	6.	53,5

Man wird auf ein Mittel von 62,0 für die extraktfreien und 63,9 für die Extrakttage kommen; kein nennenswerter Unterschied, wenn man die starke Abweichung des 1. Extrakttages betrachtet. Auch der erste Hungertag fällt, wie die Kraftwechselzahlen zeigen, aufser die Reihe. Die Zahlen können also nur in dem Sinne verwertet werden, dafs durch den Extrakt auch hier unter den für den Nachweis einer Stoffwechselsteigerung günstigen Verhältnissen keine Steigerung erkennbar ist.

Ein gleiches Ergebnis erhält man, wenn man den Sauerstoffkonsum in Gramm berechnet.

1.	(248?)	Quotient	(?)	und	pro	Kilo	(31,2)
2.	193	»	0,72	»	»	»	25,8
3.	206	»	0,74	»	»	»	28,0
4.	161	»	0,75	»	»	»	22,4
5.	150	»	0,82	»	»	»	20,8
6.	150	»	0,72	»	»	»	20,9

Und ebenso bot der kalorimetrische Versuch an den drei letzten Tagen kaum Unterschiede.

Nach dieser Richtung kann also das Ergebnis als abschliefsend angesehen werden. Daraus folgt aber auch, dafs ein nennenswerter Anteil von Fleischextraktkohlenstoff nicht in die Zersetzung getreten sein kann, wie ich das eben schon früher nachgewiesen habe.

Die Kotausscheidung des Hundes liefs erkennen, dafs unter dem Einflufs des Extraktes in diesem Falle offenbar mehr abgegeben worden war. Der Beweis liefs sich nicht anders ausführen als durch gemeinsame Abgrenzung des Hunger- und Extraktkotes und Wiederholung einer 6tägigen Hungerreihe ohne Extrakt.

Es fand sich:

im ersten Falle 11,8 g trock. Kot mit 4,777 Kal. pro 1 g
im letzten Falle 6,73 g » » » 5,372 » pro 1 g.

Digitized by Google

Somit pro 6 Tage 56,28 Kalorien für den Extraktversuch, davon ab 36,15 Kalorien für einfachen Hunger, bleiben sonach als Wirkung der Extraktzugabe in diesem Falle + 20,13 Kalorien für 2 Tage.

Um diesen Anteil wird mehr an Verbrennlichem ausgeschieden. Es wäre aber möglich, dafs wir es hierbei nicht mit einfacher Ausscheidung eines nicht resorbierten Anteils, sondern mit einer Reizung des Darms und vermehrter Bildung von Verdauungssäften zu tun haben — eine Frage, die man wohl offen lassen mufs.

Gehen wir nun zur Betrachtung der Experimente Spitta's über, so mag auf die früheren Tabellen S. 46 verwiesen sein und sollen nur noch die speziellen Angaben über Harn und Kot zugefügt werden.

Tabelle IV.

Kalorimetrische Verhältnisse der Ausscheidungen.

Tag	Kalorien im Harn	Kalorien im Kot	Summe	Zufuhr
1	27,6	6,0	33,6	0
2	21,7	6,0	27,7	0
3	63,8	16,0	79,8	112,36
4	56,5	16,0	72,5	112,36
5	22,4[1])	6,0	28,4	0
6	16,7	6,0	22,7	0

Auf Grund der Tabellen läfst sich, wenn man keine weiteren kritischen Bedenken hat, folgender Erfolg der Fleischextraktfütterung berechnen.

Tabelle V.

		N	C	PO_4H_3	Kal.
Ausgaben Harn und Kot	Extraktperiode	10,60	12,90	3,87	152,3
	Mittel beider Hungerperioden	6,4	5,95	0,742	56,2
	Mehr in der Extraktperiode .	4,20	6,95	3,13	96,1
	Einnahme in d. Extraktperiode	7,61	21,60	4,20	224,7
	Es fehlt	3,4	14,7	1,07	128,6

1) Für den 5. Tag läfst sich als Quotient $\frac{\text{Kal.}}{N}$ 9,20 berechnen.

Digitized by Google

Daraus würde folgern, es fehlt in Prozenten:

44,7 % N
68,0 » C
57,6 » Kalorien
25,5 » Phosphorsäure[1]).

Mag man die Berechnung auch in anderer Weise anstellen, — ich will dieselbe hier nicht weiter erörtern — in keiner Art ist es möglich, das grofse Defizit zu beseitigen.

Dafs hier der N etwa deshalb nicht auffindbar war, weil er Eiweifs eingespart hat, ist ganz undenkbar. (100 N in Extrakt müfste dabei 38 Körper-N sparen!) Läfst man übrigens das Eiweifs des Extraktes bei der Berechnung zur Seite, so wird das Ergebnis der Ausscheidung etwas günstiger.

Die Einfuhr an den 2 Extrakttagen betrug:

	N	C	Kal.
	7,61	21,6	224,7
wenn 0,84 (= 11%) des N Eiweifs sind	— 0,84	2,8	28,8
bleibt eiweifsfreie Zufuhr	6,77	18,8	195,9.

Vom Harn und Kot sind abzuziehen die auf die Zerlegung von 0,84 g N als Eiweifs treffenden N, C und Kalorien im Harn.

Als Mittel sei genommen 2 + 6 Tage,

	N	C	Kal.
dann hat man im Harn	5,89	4,02	38,4
für 0,84 zerlegtes Eiweifs ab	0,84	0,50	5,7
Rest	5,05	3,52	32,7
dazu im Kot pro 2 Tage	0,16	1,00	12,0
Summe	5,21	4,52	44,7.

Dies ist der wahre Wert des Vergleichstages; diese Gröfsen abgezogen von dem Umsatz für 2 Extrakttage

	N	C	Kal.
	10,6	12,9	152,3
	5,2	4,5	44,7
	5,4	8,4	107,6
dazu der Überschufs des 5. Tages (Hunger)	0	0,4	5,7
also gefunden	5,4	8,8	113,3.

Das macht in runder Summe 79,0 % N es fehlen 21 % N
als wiedergefunden 46,8 » C 53,2 » C
und 57,8 » Kal. 42,2 » Kal.

Man sieht, wie dadurch das Ergebnis beeinflufst wird, aber eine volle Klärung ergibt sich nicht.

1) und 15,6 % des in der Extraktperiode genossenen Wassers.

Digitized by Google

Wir haben aber nachgewiesen, dafs von der Phosphorsäure, von dem Wasser, vom N, C, den Kalorien ein Teil, und zwar ein erheblicher, fehlt, es bleibt also die Zurückhaltung als der einzige und wahrscheinlichste Schlufs.

Die Zurückhaltung N-haltiger Bestandteile aus dem Gemische der Fleischextraktstoffe kommt unzweifelhaft vor. Ob eine solche aber nur dann eintritt, wenn aus irgendwelchen Gründen eine Zurückhaltung von Wasser im Körper sich gegeben findet, wie in den beiden von mir näher beobachteten Fällen oder auch unter anderen Bedingungen, möchte ich nicht ganz sicher entscheiden.

Es kann als sicherstehend gelten, dafs durch eine Mehrzufuhr von Wasser Ausspülungen von N-haltigen Harnbestandteilen nur in beschränktem Mafse und späterhin eine Zurückhaltung und Wiederablagerung solcher Produkte gleichfalls innerhalb enger Grenzen eintritt.

Wie aber durch die Untersuchungen meines Laboratoriums zuerst für Dursttiere erwiesen ist, kommen doch bei stärkerer Wasserentziehung solche Retentionen in gröfserem Umfange vor. Man kann also für solche Fälle, in denen fühlbar Wassermangel im Körper herrscht, eine solche Retentionsmöglichkeit als sicher annehmen.

Es war aber sehr wohl möglich, dafs es sich bei der Retention von Extrakt auch um ganz andere Vorgänge handelt als um einfache Anlagerungen bei Wassermangel. Es könnte doch auch ein zufälliges Zusammentreffen von Retention und Wassermenge im Körper vorgekommen und eine Zurückhaltung solcher Stoffe eingetreten sein, an denen der Körper Mangel hatte. Wenn der Körper auch den wahren Harnbestandteilen gegenüber schnell für deren vollkommene Ausscheidung besorgt ist und nur ausnahmsweise eine Zurückhaltung kleinster Anteile solcher erträgt, so braucht das doch für solche extraktive Materien, die tatsächlich im Muskel vorkommen und wahrscheinlich eine bestimmte und noch unbekannte Funktion erfüllen, nicht das Gleiche zu sein, und es dürften vielleicht zufällige Verarmungen an einzelnen dieser Körper den Anstofs zur Retention geben,

Digitized by Google

wenn dem Organismus wieder solche Stoffe geboten werden. Auf die Zurückhaltung bestimmter Körper weisen auch die weiteren Erfahrungen hin, welche wir hinsichtlich der Ausscheidung der Extraktivstoffe gemacht haben. Eine Verarmung an Extraktbestandteilen in der Vorperiode kann in zweien der von mir angeführten Versuchsreihen vorhanden gewesen sein, einmal ging Fütterung mit Fleischeiweifs (ohne Extraktstoff) voraus, ein andermal vegetabilische Kost. Damit würde auch der Versuch von Fr. und T. verständlich werden.

V.

Welche Zusammensetzung zeigt der an Extrakttagen auftretende Harn und welche Schlüsse kann man hieraus ziehen?

Über die Art der Veränderung, welche mit den Extraktbestandteilen vor sich geht, kann man sich auch unterrichten, wenn man untersucht, welche Beschaffenheit denjenigen Harnbestandteilen zukommt, die über die Hungerumsetzungen hinaus an den Extrakttagen geliefert werden. Es ist anzunehmen, dafs der in 24 Stunden entleerte Harn ein zutreffendes Bild von den eingeleiteten Veränderungen gibt und dafs eben von den jeweilig im Blute Kreisenden ein Teil nach aufsenhin durch die Nieren abgegeben wird.

Es wird m. E. sogar der Gedanke nicht von der Hand zu weisen sein, dafs, wenn irgendwie bedeutende Abbauumsetzungen der Extraktteile auftreten, zweifellos die am meisten umgewandelten Stoffe zu allererst auch wieder den Körper verlassen.

Sonach gäbe das Bild, welches wir von dem Extraktharn machen können, gerade in den Fällen der Zurückhaltung von Extraktstoffen, eher eine viel zu weitgehende Verminderung des Energieinhaltes, wenn man die geringen Mengen N-freier Körper der Extrakte, die wohl verbrennen, aufser Betracht lassen darf.

Ich bespreche zunächst meinen älteren Versuch, in dem ich, wie gesagt, einfach von den Ausscheidungen der Extrakttage diejenigen der Hungertage abziehe; den früher schon mitgeteilten

Digitized by Google

Werten füge ich noch den Wert für die durch Bromlauge zu erhaltende Wärmeentwicklung des Harns (= wesentlich Harnstoff und Ammoniak) hinzu.

Der Überschufs war:

an N	an P_2O_5	an S	an Kal. durch Brom
2,41	4,55	0,06	6,0.

Zur Berechnung der Kalorien durch Bromlauge sei bemerkt, dafs es sich dabei (s. oben S. 27) um die durch Bromlauge entwickelte Wärme handelt (Extrakttage [6,81 × 4,42 =] 30,04 — [4,41 × 5,47 =] 24,1 = 6,0), welche einen Ausdruck für leicht spaltbare N-Verbindungen (NH_3, Harnstoff) gibt. Vergleicht man jetzt, auf 1 N berechnet[1]), die Zufuhr (Extrakt) und die Mehrausfuhr, so hat man:

	Auf 1 N		
	P_2O_5	S	Brom-Kal.
Zufuhr	0,95	3,74	1,87
Ausfuhr	1,89	2,48	2,53.

Daraus folgt, dafs die Phosphorsäure sich anders ausscheidet als die übrigen Bestandteile. Aber die Schwefelausscheidung verhielt sich ganz ähnlich wie dieses Element in dem von mir gefütterten Extrakt vertreten war. Die durch Bromlauge verbrennlichen Anteile waren etwas reichlicher vorhanden als im Fleischextrakt selbst, aber der Unterschied ist nicht sehr bedeutend.

Im Hinweis auf meine frühere Publikation (S. 275) bemerke ich, dafs sich auch bei Spaltung des Harns mit kalischer Barytlauge Resultate ergeben haben, welche eine Umwandlung von Extraktbestandteilen in andere Stoffe in gröfserem Umfang nicht das Wort reden.

Die Spaltung des Harns mit Bromlauge verdient noch eine weitere Erwähnung und Besprechung.

Die Differenzen im Verhalten zwischen Extraktivstoffen und Harnstoff sind enorm. Auf 1 Teil Extraktstickstoff werden nur 1,87 Kal. durch Brom entwickelt, bei Harnstoff 7,05. Ich will

1) Also Ausschaltung des Fehlers durch Retention.

Digitized by Google

nun für die 2,41 g N, welche im Versuch mehr kamen als die Hungerzersetzung betrug, die verschiedenen »Bromkalorien« berechnen:

	für unveränderten Extrakt	4,51	Kal.	pro	2,41	N
gefunden	für Extraktharnüberschufs	6,00	»	»	»	»
gefordert	» Hungerharn	13,20	»	»	»	»
»	» Fleischharn	13,80	»	»	»	»
»	» Harnstoff	17,00	»	»	»	»

Es gibt kaum eine Messung, welche deutlicher vor Augen führen könnte, wie gering die Umänderung der Extraktteile beim Durchgang durch den Körper ist, und dafs von einem fast völligen Abbau auf die Harnstoffstufe nicht gesprochen werden kann.

Kaum $^1/_3$ aller Bestandteile könnte eine Stufe der Umlegung erreichen, welche sich gegenüber Bromlauge ähnlich wie Harnstoff verhält. Von der im Extraktharn gefundenen Zerleglichkeit durch Brom sind über 70 % schon im Extrakt selbst nachzuweisen.[1])

Man kennt die Beschaffenheit der im Körper zurückgehaltenen Teile nicht, diese könnten anders zusammengesetzt sein wie dieser ausgeschiedene Anteil, jedenfalls aber kann man annehmen, dafs gerade mit einer Umwandlung eines komplizierter gebauten Körpers in Harnstoff oder dergl. das Bestreben des Organismus, diese Gruppe durch die Nieren zu entfernen, viel wahrscheinlicher sein wird als die Zurückhaltung solcher Bestandteile. Wenn etwas zurückgehalten wird, so würden es die intakteren Bestandteile des Extraktes sein.

Weiter können zur Demonstration der Natur des Extraktharns noch folgende, auf andere Elemente der Untersuchung gestützte Erwägungen von Interesse sein.

---

1) Von 6,00 Kalorien, gefunden, sind gedeckt durch den Extrakt der Zufuhr 4,51 = 74 %. Diese Werte lassen auch eine ähnliche Spaltung annehmen, wie sie der S. 30 gegebenen kalorimetrischen Rechnung entspricht.

Digitized by Google

In Serie II der Experimente kam im gefütterten Fleischextrakt auf 1 N, 2,94 C und 29,71 Kalorien bei dem Überschufs im Harn des Extrakttages 1 » 2,77 » 31,79 » also eine aufserordentlich weitgehende Übereinstimmung zwischen Zufuhr und Ausfuhr. Von dem Eingeführten wurde der gröfste Teil wieder im Harn ausgeschieden.

Die Serie III von Bürgi erlaubt folgenden Vergleich:

Extraktharn	4,62 N	6,60 C	76,25 Kalorien
Hungerharn	2,37 »	1,61 »	16,62 »
Mehr am Extrakttag	2,25 N	4,99 C	59,62 Kalorien.

Aus diesen Zahlen ergibt sich für den Zuwachs ein Verhältnis zwischen N : Kalorien von 26,4 während im Extrakt selbst dasselbe 1 : 29,4 ausmacht.

Für den Kohlenstoff ist das Verhältnis 1 : 2,22 statt 1 : 2,8.

Der nächstfolgende Hungertag gibt noch einen Überschufs, in diesem zeigt sich gleichfalls, soweit er bei der Kleinheit der Zahlen zu berücksichtigen ist, ein ähnliches Verhältnis:

nachfolgender Hungertag	2,60 N	25,07 Kalorien	2,98 C
vorausgehender »	2,37 »	16,63 »	1,61 »
	0,23 N	8,44 Kalorien	1,37 »

woraus 1 : 36 folgert, natürlich ist diese Zahl unsicher, weil ja die Annahme für den zum Abzug gebrachten Wert des vorausgehenden Hungertages vielleicht etwas anders zu bemessen wäre.

An diesem Tage kam ausnehmend viel Kohlenstoff, so dafs die Relation N : O = 1 : 5,19 wird. Es kam also zweifellos an diesem Tage noch eine Substanz, welche die Werte des vorhergehenden Tages zu steigern in der Lage war, und eine andere Zusammensetzung hatte.

Beide Überschüsse zusammen	= 2,46 N,	6,36 C,	68,1 Kal.
geben	1 »	2,6 »	27,7 »
während der Extrakt fordert	1 »	2,8 »	29,4 »

Das ist eine sehr weitgehende Übereinstimmung. In diesem Falle sind über 70% der Zufuhr im Harn wieder erschienen und

Digitized by Google

von dieser mit dem Extrakt so ähnlicher Zusammensetzung gewesen.

Nehmen wir weiter den Versuch von Dr. Spitta (siehe S. 50). Es erschien mehr an den Extrakttagen im Harn:

Extrakttage	5,10 N	4,88 C	60,2 Kalorien
Hungertage	2,91 »	2,01 »	19,2 »
Differenz	2,19 N	2,87 C	41,0 Kalorien
demnach	1 »	1,32 »	18,7 »

Hierbei wurde der 2. und 6. Tag der Periode zum Vergleich mit den Extrakttagen gewählt; der 6. Tag statt des 5., weil dieser offenbar noch unter dem Einfluss der Extraktausscheidung stand. Also auch hier, wo wir ein so grofses Defizit fanden und offenbar die Ausscheidung mit dem Kote mit hereinspielt, haben wir Werte, die unzweifelhaft den Einfluss des Extraktes sehen lassen. Die Abweichung gegenüber den anderen Versuchen liegt aber darin, dafs bei diesem Experiment offenbar komplizierter zusammengesetzte kohlenstoff- und energiereiche Verbindungen in den Ausscheidungen fehlen.

Vergleicht man mit diesen Ergebnissen die Zahlen von F. und T., so sind diese völlig unerklärlich.

Bei ihnen finden sich zwischen Hunger- und Extrakttagen, an letzteren mehr um + 2,96 N und 34,36 Kalorien, also nur ein Verhältnis von 1 : 11,6[1]), während nach Bürgis Versuchen diese Werte auf 1 : 29,4 steigen können!

Wie dieses völlig abweichende Resultat entstanden ist, läfst sich schwer sagen. Ob die Bestimmungen der Verbrennungswärme des Harns oder andere Umstände, auf die schon Bürgi hingewiesen hat, mitspielen, ist nicht zu entscheiden. Man vermifst sehr die Feststellung des C-Gehalts des Harns, welche doch noch einigermafsen als Kontrolle hätte dienen können.

Die angeführten Beispiele zeigen, dafs dort, wo die vollkommene Ausscheidung der Extraktanteile

1) Diese Zahl ist sogar noch zu hoch! Siehe bei Bürgi die Berechnung der Verbrennungswärme von Fr. und T.

Digitized by Google

eintritt, auch die Zusammensetzung des Harns auſserordentlich nahe mit der Zufuhr zusammen geht. Es kommen gewiſs Umwandlungen der Extraktbestandteile vor, aber sie sind besonders dort, wo eine glatte Ausscheidung der Produkte sich findet, im Durchschnitt nicht sehr weitgehende. Hieraus folgt, daſs die Natur der im Harn nach Extraktfütterung ausgeschiedenen Flüssigkeit in ihrer elementaren Zusammensetzung wie in energetischer Hinsicht dem zugeführten Extrakt sehr nahe kommen kann. Es ergeben sich aber anderseits auch wieder Anhaltspunkte dafür, daſs Zurückhaltungen kohlenstoff- und energiereicher Verbindungen vorkommen können.

VI.

Im wesentlichen werden die Extraktivstoffe, wenn sie ihre Funktion bei dem Verdauungsprozeſs geleistet haben und ein Mangel an solchen im Körper nicht besteht, alsbald aus dem Organismus ausgeschieden. Dieser Ausscheidungsgang der Extraktivstoffe muſs aber noch kurz besprochen werden, da derselbe auch für die Beurteilung ihres Wertes im Organismus von Bedeutung ist.

Die vorliegende Untersuchung von Bürgi hatte schon gezeigt, daſs manchmal der Extrakt im Körper in seinen Gruppen von Stoffen sich ungleich bei der Ausscheidung stellt, einzelne Komponenten früher, andere später ausgeschieden werden. Soweit man aus einer Reihe einen Schluſs ziehen kann, dürften zunächst C-reiche Verbindungen zurückgehalten und etwas C-ärmere (oder umgewandelte) vorerst austreten.

Es hat aber daher auch ein Interesse, Fleischeiweifs, Fleisch und Extrakt in ihrer Beziehung zur Ausscheidung im Harn zu vergleichen, da nur über die beiden ersten bis jetzt Angaben vorlagen.

Die Art der Ausscheidung des Extraktes läſst sich am besten durch relative Werte verständlich machen, wenn wir die auf einzelne Perioden fallende Ausscheidung berechnen, die Tages-

Digitized by Google

menge = 100 gesetzt. Hiermit vergleiche man die Ergebnisse, welche L. Feder für Fleisch und ich für Eiweifskörper erhalten haben.

Ich habe auf der linken Seite der Tabelle die Originalzahlen und rechts die auf gleiche Perioden zu beziehenden 6stündigen Werte gestellt.

Tabelle VI.

Von 100 Teilen N (pro Tag berechnet) erscheinen in den einzelnen Perioden:

Periode	Extrakt	Fleisch	Eiweifs	Fleisch	Extrakt
0—2	21,7	7,5			
2—4	24,4	11,5	24,8	31,5	79,8
4—6	13,7	12,5			
6—8	8,7	13,0			
8—10	5,6	12,4	39,8	35,6	17,8
10—12	3,5	10,2			
12—14		9,8			
14—16		7,6	23,7	22,6	
16—18	22,4	5,2			22,4
18—20		4,1			
20—22		3,2	11,7	10,3	
22—24		3,0			

Tabelle VII.

Die Tagesausscheidung = 100, somit in den einzelnen Perioden bei Fleischextraktfütterung.

	N	C	Kal.
0—2	21,7	20,5	19,6
2—4	24,4	22,4	21,0
4—6	13,7	13,4	13,6
6—8	8,7	8,5	10,4
8—10	5,6	6,2	7,5
10—12	3,5	3,5	5,4
12—24	22,4	25,5	22,5

Man sieht, wie enorm rasch nach Extraktzufuhr der N wieder aus dem Körper entleert wird, wie es beim

Digitized by Google

Fleisch viel langsamer geht und namentlich die Umsetzung der Eiweifsstoffe viel längere Zeit in Anspruch nimmt. So sind vom Extrakt schon 80% beseitigt, wenn bei reinem Eiweifs kaum $^1/_4$ seiner Zersetzungsprodukte geliefert ist.

Die fermentative Arbeit der Abspaltung des N-haltigen Teils beim Eiweifs braucht also eine bestimmte Zeit zu ihrer Vollendung und diese scheint gar nicht so kurz bemessen.

In den letzten 12 Stunden wurden bei Extraktfütterung kaum noch 22% entleert, wo vom Fleisch-N noch 33% und vom Eiweifs 35% geliefert werden.

Ja die schliefslich zurückbleibenden, dem Extrakt zuzurechnenden Mengen sind noch kleiner, weil ja nur ein Teil der in den letzten Stunden ausgeschiedenen Stoffe wirklich dem Extrakt zugehört.

Es hat auch nach diesen Tabellen den Anschein, als wenn eine Art Trennung des Stoffgemisches beim Durchgang durch den Körper eintreten könnte, weil trotz der leichten Ausscheidbarkeit für die Hauptmasse der Stoffe, ein kleiner Teil nur langsam erscheint und dessen Ausspülung aus dem Körper noch den auf die Extraktperiode folgenden Hungertag und vielleicht noch mehr Zeit in Anspruch nimmt.

Die Rolle der Verwertung der Extraktivstoffe kann also sich etwas wechselnd gestalten. Ich habe bewiesen, dafs die Extraktivstoffe in geeigneten Fällen des Experiments wieder im Harn und Kot erscheinen, allerdings mufs dabei auf eine geeignete Betrachtung der Versuchsergebnisse Bedacht genommen werden. Die verbrennlichen Anteile des Extraktes sind sehr mäfsige Gröfsen und bewegen sich innerhalb der Grenzen, die sich durch eine Berechnung aus der Verbrennungswärme des Fleisches, des Extraktes und der Abfallstoffe hatten ableiten lassen.

Nach den Arbeiten von Bürgi und meinen weiteren Darlegungen steht fest, dafs die Extraktbestandteile beim Durchgang durch den Körper eine qualitativ nicht sehr erhebliche Veränderung erleiden, die in einem gewissen Verlust an Kohlenstoff und Energieinhalt sich ausdrückt.

Digitized by Google

Die Ausscheidung der Extraktbestandteile vollzieht sich aber nicht für alle Stoffe gleichmäfsig, einige treten rascher als die andern aus dem Körper aus. Diese langsame Ausscheidung kann, wie schon oben gesagt, bedingt sein durch die gleichzeitige Zurückhaltung an Wasser, aber wohl auch unabhängig davon verlaufen, so dafs es, wie schon erwähnt, den Anschein hat, als könne der Organismus verarmt sein an bestimmten, im Extrakt vorkommenden Substanzen, die dann bei geeigneter Zufuhr vorübergehend abgelagert werden, eine Frage, die ich weiterer Untersuchung zu unterziehen mir vorbehalte.

Digitized by Google

Die chemische Zusammensetzung des Kotes bei verschiedener Nahrung.

Von

Dr. med. **N. P. Schierbeck.**

(Aus dem Hygienischen Laboratorium der Universität zu Kopenhagen.)

Rubner und mit ihm mehrere andere Forscher haben darauf aufmerksam gemacht, dafs die den Darm verlassende Kotmasse nicht allein aus Resten der unverdauten Nahrung bestehend aufzufassen ist, was man ursprünglich anzunehmen geneigt war, dafs dieselbe dagegen zugleich von den während der Verdauung ausgeschiedenen Darmflüssigkeiten herrühren mufs. Je mehr von der genossenen Nahrung aufgenommen wird, oder je mehr Darmsekret diese zur Verdauung bedarf, um so geringer wird derjenige Teil des Kots, der von den eigentlichen Nahrungsresten herrührt, und um so gröfser wird der den Verdauungssäften zukommende Teil, und umgekehrt.

Wie viel im einzelnen Falle der einen oder der anderen dieser beiden Komponenten zuzuschreiben ist, läfst sich mittels unserer jetzigen Untersuchungsmethoden indes nicht entscheiden.

In einer Arbeit über die Ausnutzung gemischter Kost[1]) hat Prausnitz die Aufmerksamkeit darauf hingelenkt, dafs der Stickstoffgehalt des Kotes — in Prozenten der Trockensubstanz des Kotes ausgedrückt — bis auf wenige Ausnahmen bei demselben Individuum fast von gleicher Gröfse befunden wird, selbst wenn der Stickstoffgehalt der aufgenommenen Nahrung und deren Ausnutzung innerhalb sehr weiter Grenzen schwanken, ja dafs

1) Archiv f. Hygiene, Bd. 17.

Digitized by Google

selbst bei verschiedenen Personen das Stickstoffprozent trotz der verschiedenartigsten Ernährungsverhältnisse eine sehr wenig variierende Gröfse ist.

Dies geht nach Prausnitz hervor sowohl aus einer näheren Betrachtung der zahlreichen in der Literatur vorliegenden Ausnutzungsversuche von ihm selbst und anderen als auch aus den von ihm in der genannten Arbeit ausgeführten Versuchen über die Ausnutzung gemischter Kost. Die Resultate der letzteren Versuche sind in folgender Tabelle I zusammengestellt.

Tabelle I.

Art der Nahrung	Versuchsperson	Prozent N in der Nahrung	Prozent N in dem Kot	Prozent Verlust an N	Prozent Verlust an organ. Stoff
Gemischte Kost mit Weizenbrot . . .	P.	2,9	8,1	15,1	4,6
» » » Roggenbrot . . .	»	3,0	7,5	23,5	8,6
» » » Weizen-Roggenbrot	»	3,0	7,8	20,1	6,9
» » » Kommifsbrot . .	»	2,6	7,9	31,9	8,8
» » » Weizenbrot . . .	R.	2,8	6,2	9,1	3,5
» » » Roggenbrot . . .	»	3,0	6,0	15,9	6,9

Diese Tabelle wurde in einer späteren Arbeit[1]) von Prausnitz und Menicanti durch folgende Untersuchungen ergänzt.

Tabelle II.

Ausnutzungsversuche mit Brot	Versuchsperson	Prozent N in der Nahrung	Prozent N in dem Kot	Verlust an Prozent N	Verlust an Prozent organ. Stoff
Roggen-Weizenbrot mit Hefe . . .	R.	2,3	5,7	17,8	6,3
» » » Sauerteig . .	»	2,4	6,0	19,6	6,9
Brot aus dekortiziertem Roggen . .	»	2,1	5,4	30,3	9,7
» » » Weizen . .	»	2,4	6,0	13,4	4,3
» » nicht dekortiziertem Roggen	»	2,2	6,9	30,2	8,6
» » » » Weizen	»	2,4	5,7	17,4	6,5
Roggen-Weizenbrot mit Hefe . . .	N.	2,3	6,3	15,8	5,0
» » » Sauerteig . .	»	2,4	6,6	17,0	5,6
Brot aus dekortiziertem Roggen . .	»	2,1	6,0	28,1	8,8
» » nicht dekortiziertem Roggen	»	2,0	5,9	31,1	8,9
» » » » Weizen	»	2,4	6,3	16,5	5,8

1) Zeitschr. f. Biologie, 1894.

Digitized by Google

Aus diesen beiden Tabellen geht hervor, dafs das Stickstoffprozent des Kotes in den gegebenen Ausnutzungsversuchen beim Versuchsindividuum P. nur zwischen 7,5 und 8,1 %, bei R. zwischen 5,4 und 6,9 % und bei N. zwischen 5,9 und 6,6 % schwankte, trotz sehr verschiedener Ausnutzung des in der genossenen Nahrung enthaltenen Stickstoffs.

Das Stickstoffprozent ist ferner im Kote viel höher als in der entsprechenden Nahrung.

Prausnitz schliefst nun aus dem Obenstehenden, dafs der Kot unter gewöhnlichen Verhältnissen beim Genusse der üblichen gemischten Kost — ja selbst beim Genusse eines einzelnen, jedoch einigermafsen leichtverdaulichen Nahrungsmittels — gröfstenteils aus Darmsekreten und nicht aus eigentlichen Nahrungsresten bestehe.

»Man kann die Verhältnisse am einfachsten erklären, wenn man annimmt, dafs, wie schon gesagt, der Kot auch bei Aufnahme gemischter Kost grofsenteils von den Darmsäften herrührt; wäre es der nicht resorbierte Teil der Nahrung, so müfste er auch annähernd denselben Stickstoffgehalt haben wie diese. Man könnte nur noch glauben, dafs der gleiche prozentige Stickstoffgehalt des Kotes dadurch entsteht, dafs die nicht stickstoffhaltigen Bestandteile der aufgenommenen Nahrung in allen Fällen soweit resorbiert werden, bis schliefslich der nicht resorbierte Teil denselben Stickstoffgehalt hat. Eine solche Hypothese wäre schwer zu stützen und mit den übrigen Verhältnissen nicht vereinbar. Der annähernd gleiche Stickstoffgehalt des Kotes ist mit der Abstammung desselben von Darmsäften wohl am besten, jedenfalls am einfachsten zu erklären.«

In einer späteren Abhandlung[1]) suchte Prausnitz diese Anschauung nun ferner zu stützen, teils durch Zusammenstellung einiger der in der Literatur vorliegenden Untersuchungen über die chemische Zusammensetzung des Kotes bei Ausnutzungsversuchen, teils durch neue Versuche, die speziell die Aufklärung dieser Verhältnisse bezweckten.

1) Zeitschr. f. Biologie, Bd. 35.

Digitized by Google

Zu diesem Zwecke untersucht er die chemische Zusammensetzung des Kotes bei sechs verschiedenen Versuchsindividuen, nachdem diese 3 Tage lang eine Nahrung genossen haben, die ausschliefslich aus Nahrungsmitteln besteht, welche der Erfahrung gemäfs besonders gut ausgenutzt werden. So setzte er die Nahrung teils aus Reis und feinem Weizenbrot nebst Kaffee, Tee und Bier zusammen, teils ersetzte er einen Teil des Reises durch Fleisch. Hierdurch erzielte er eine Nahrung von sehr verschiedenem Stickstoffgehalt, die aber in beiden Fällen gut ausgenutzt wird, indem er selbst und seine Schüler in früheren Arbeiten nachgewiesen hatten, dafs sich bei dieser Nahrung auf mikroskopischem Wege keine Stärkekörnchen im Kote auffinden lassen, und dafs die vorgefundenen Fleischreste durchaus verschwindend sind. Prausnitz meint deshalb, es könne wohl nichts, jedenfalls nichts Wesentliches des unter diesen Verhältnissen ausgeschiedenen Kotes von Nahrungsresten herrühren, und diesen Kot bezeichnet er darum als »Normalkot«.

In untenstehender Tabelle III geben wir die Zusammensetzung dieses sogenannten Normalkots bei den sechs verschiedenen, von ihm untersuchten Individuen.

Tabelle III.

Normalkot, d. i. ein Kot, welcher bei einer Nahrung gebildet wird, welche fast vollständig resorbiert wird.

Versuchsperson	Nahrung	Prozent des Kotes an		
		N	Ätherextrakt	Asche
H.	Reis	8,8	12,4	15,4
»	Fleisch	8,8	16,0	14,7
M.	Reis	8,4	18,2	11,1
»	Fleisch	9,2	16,0	12,2
W. R.	Reis	8,6	15,9	12,6
»	Fleisch	8,5	17,5	13,1
J. Pa.	Reis	8,3	—	14,5
»	Fleisch	8,2	—	15,2
F. Pi.	Reis	8,7	—	16,1
»	Fleisch	9,1	—	15,1
d. Cl. (Veget.)	Reis	8,8	18,6	12,0
	Mittel	8,7	16,4	13,8

Digitized by Google

Die Tabelle zeigt uns eine ganz auffallende Übereinstimmung sowohl des Gehalts an Stickstoff als der Asche und des Ätherextrakts.

Ist nun die Ansicht richtig, dafs unter den obengenannten Bedingungen eine ausschliefslich oder wesentlich aus Darmsekreten bestehende Kotmasse — Normalkot — ausgeschieden wird, so mufs es sich auch zeigen, sagt Prausnitz später in derselben Arbeit, dafs gewisse Änderungen der Nahrung die Zusammensetzung des Kotes ändern, so zwar, dafs der Stickstoffgehalt des Kotes durch eine Nahrung vermindert wird, welche die Ausscheidung einiger unverdauter Zellulose oder Stärke hervorruft, und dafs umgekehrt der Stickstoffgehalt durch eine Nahrung, die viel Stickstoff enthält, jedoch nur unvollständig resorbiert wird, an Gröfse zunimmt. Dies wird nun auch durch die in den beiden untenstehenden Tabellen angeführten Untersuchungen bestätigt.

Tabelle IV.

Versuchsperson	Nahrung	Prozent des Kotes an		
		N	Ätherextrakt	Asche
M.	Gemischte Kost mit Gemüse und Salat	6,8	25,4	12,0
H.		6,6	25,8	14,9
H.		6,1	30,1	15,0
d. Cl.	Reis und Semmel	8,8	18,6	12,0
»	Gemischte Kost	5,6	11,9	15,4
»	Brot aus grob gemahlenem Mehl . . .	4,5	15,1	20,6
»	» » weniger grob gemahlenem Mehl	4,4	17,5	19,2
»	» » grobem Mehl	3,8	22,6	22,7

(Siehe Tabelle V auf S. 67.)

Es geht somit aus Tabelle IV hervor, dafs das Stickstoffprozent des Kotes bei den beiden Versuchspersonen H. und M. nach Genufs gemischter Kost mit Gemüse und Salat nur 6—7 % betrug, während dasselbe nach Tabelle III bei Reis-Fleischnahrung 8,8 % war, und rücksichtlich des Vegetarianers d. Cl., wo das Stickstoffprozent bei Reisnahrung ebenfalls 8,8 % war, sank dasselbe nach gemischter vegetabilischer Kost auf 5,6 % und bei grobem Roggenbrot sogar auf nur ca. 4 %.

Digitized by Google

Tabelle V.

Zusammensetzung des Kotes dreier Personen, welche in Parallelversuchen bei einer einfachen gemischten Kost das eine Mal (a) Fleisch, das andere Mal (b) die der Eiweifsmenge entsprechende Menge eines aus pflanzlichen Nahrungsmitteln hergestellten Eiweifspräparates erhielten.

Versuchsperson	Nahrung	In der Trockensubstanz des Kotes fanden sich	
		N	Asche
1. H.	a	7,4	11,6
	b	9,4	16,7
2. M.	a	6,9	15,6
	b	8,1	17,0
3. P.	a	7,2	13,9
	b	8,7	19,0

Umgekehrt zeigen die Versuche in Tabelle V eine Zunahme des Stickstoffprozentes des Kotes nach dem Genusse des verhältnismäfsig stickstoffreichen Pflanzeneiweifspräparats.

Zur weiteren Aufklärung der obengenannten Verhältnisse führt Prausnitz schliefslich noch teils eine Tabelle über G. Meyers Versuche mit Ausnutzung des Brotes an, teils eine Tabelle über alle diejenigen Ausnutzungsversuche (25 im ganzen), die im Laufe der Jahre an einer und derselben Versuchsperson, nämlich dem Laboratoriendiener des physiologischen Instituts zu München, angestellt worden sind. Diese beide Tabellen zeigen den oben angeführten Stickstoffgehalt des Kotes bei ganz ähnlichen Verhältnissen. Besonders hervorzuheben ist der niedrige Stickstoffgehalt, 3,7 und 4,9 % bei grobem Roggenbrot und der hohe Stickstoffgehalt, 8,5 und 7,1 % bei feinem Weizenbrot. In allen Versuchen mit gemischter oder vorwiegend vegetabilischer Kost schwankt das Stickstoffprozent beim Laboratoriendiener nur zwischen ca. 5,5 und 7 %.

Bei den Versuchen mit Milch und mit Milch und Käse findet man jedoch ebenso wie bei den Versuchen mit grobem Roggenbrot niedrige Stickstoffzahlen, diese sind hier aber eine Folge des gleichzeitig im Kote auftretenden auffällig hohen Aschen- und Fettgehalts.

Digitized by Google

Im Zusammenhang mit Prausnitz' hier besprochenen Untersuchungen sind eine Reihe Untersuchungen von Rubner[1]) über den Wärmewert des Kotes unter verschiedenen Ernährungsverhältnissen zu nennen. Rubner findet durch diese, dafs die Verbrennungswärme des organischen Trockenstoffes des Kotes selbst bei sehr verschiedenartiger Kost auffallend wenig variiert. Von denjenigen Fällen abgesehen, wo, wie bei grobem Roggenbrote, die Ausnutzung eine besonders ungünstige ist, bildet sich eine in kalorimetrischer Beziehung ganz gleichartige Masse von Rückständen. Die Kotsubstanz mufs deshalb von relativ gleichmäfsiger Zusammensetzung sein, und das ist nach Rubner eine Stütze für die Ansicht, dafs der Kot unter gewöhnlichen Verhältnissen zum gröfsten Teil aus den Resten der Verdauungsflüssigkeiten besteht.

Die Resultate, zu denen die obengenannten Untersuchungen uns geführt zu haben scheinen, können wir in folgende Punkte zusammenfassen:

1. Bei demselben Individuum ist das Stickstoffprozent der Trockensubstanz des Kotes eine ziemlich konstante Gröfse unter allen gewöhnlichen Ernährungsverhältnissen, d. i. beim Genusse einer gewöhnlichen gemischten Kost, und ebenfalls beim Genusse einer einseitigen, jedoch einigermafsen gut verdaulichen Nahrung.
2. Bei den verschiedenen Individuen, die bisher Gegenstand einer Untersuchung in der betreffenden Richtung waren, zeigte das Stickstoffprozent des Kotes bei den obengenannten Kostverhältnissen nur sehr geringe Verschiedenheit, indem dasselbe mit Schwankungen zwischen ca. 1 % mehr oder weniger um ca. 6 % herum lag.
3. Bei einer Nahrung, die aus Reis, Fleisch und Weifsbrot besteht, entweder aus jedem dieser Nahrungsmittel allein oder auch aus mehreren derselben im Verein, bei einer Nahrung also, die sehr gutverdaulich zu nennen ist,

1) Zeitschr. f. Biologie, Bd. 42.

Digitized by Google

findet man stets das Stickstoffprozent höher als bei gewöhnlicher gemischter Kost — nämlich ca. 8 %.

Bei den sechs in dieser Beziehung von Prausnitz gleichzeitig untersuchten Individuen fand sich nur ein Schwanken des Stickstoffes zwischen 8,2 und 9,2 %.

4. Bei einer weniger gut ausgenutzten und verhältnismäfsig gröfsere Kotbildung verursachenden Nahrung findet man stets das Stickstoffprozent niedriger als die obengenannten Zahlen, z. B. bei gemischter Kost von Vegetabilien nur ca. 5—6 % und bei grobem Roggenbrot stets um ca. 4 % herum.
5. Auch die beiden anderen Bestandteile des Kotes, die bisher bei den Analysen aus der Kotmasse ausgesondert wurden, nämlich Asche und Ätherextrakt, bilden unter gewöhnlichen Kostverhältnissen jeder für sich einen ziemlich konstanten Bruchteil der Kotmasse, sowohl bei demselben Individuum als bei den verschiedenen untersuchten Individuen.

Dem entspricht, dafs sich Rubners Untersuchungen zufolge unter gewöhnlichen Verhältnissen eine in kalorimetrischer Beziehung ganz gleichmäfsige Masse von Rückständen bildet.

Das sind diejenigen Ergebnisse der obengenannten Untersuchungen, die wir wohl als sicher betrachten dürfen, und namentlich Prausnitz, und mit Bezug auf die Punkte 1 und 5 Rubner, haben die Aufmerksamkeit auf diese Tatsachen gelenkt.

Man hat indes aus den besprochenen Versuchen etwas weitergehende Schlüsse gezogen, als in der oben gegebenen Formulierung der Resultate liegen, indem man sich namentlich gedacht hat, die in den Punkten 2—4 angeführten Verhältnisse seien für alle Individuen gültig. Dies ist nun aber, wie wir im folgenden sehen werden, keineswegs richtig.

Eine Erklärung der Art und Weise, wie man sich die Entstehung der obengenannten Verhältnisse zu denken habe, hat Prausnitz zu geben versucht. Seiner Ansicht nach ist es, wie

Digitized by Google

oben zitiert, am einfachsten, sich den Umstand, dafs das Stickstoffprozent unter gewöhnlichen Ernährungsverhältnissen so konstant bleibt, wie dies wirklich der Fall ist, und zwar wesentlich höher als das Stickstoffprozent der Nahrung, dadurch zu erklären, dafs der Kot unter diesen Verhältnissen gröfstenteils aus Darmsekreten und nicht aus Nahrungsresten bestehen müsse.

Sein Gedanke ist in der Hauptsache folgender. Bei einer Kost, die fast vollständig ausgenutzt wird, speziell bei Reis, Fleisch und Semmel, bildet sich eine ausschliefslich oder hauptsächlich aus Darmsekreten bestehende Kotmasse — ein sogenannter »Normalkot« — mit ca. 8 % Stickstoff, 12—18 % Ätherextrakt und 11—15 % Asche.

Bei gewöhnlicher gemischter Kost müssen die Darmsekrete ferner den wesentlichsten Teil der Kotmasse betragen, da nur dies erklären zu können scheint, dafs das Stickstoffprozent sich unter diesen Verhältnissen so konstant erhält, wie die Versuche es zeigen, trotz recht grofser Verschiedenheiten des Stickstoffgehalts der Nahrung. Ein Teil der Kotmasse mufs hier jedoch aus unverdauten Nahrungsresten bestehen, und hierdurch entsteht das im Verhältnis zum Normalkot etwas niedrigere Stickstoffprozent.

Endlich wird der Kot bei einer stärker kotbildenden Nahrung, vorzüglich bei groben Vegetabilien und grobem Roggenbrot, wesentlich aus Nahrungsresten gebildet sein, und hierin liegt dann der Grund für das niedrige Stickstoffprozent unter diesen Verhältnissen.

Diese Auffassung stützt sich auf reichlich grofse Berücksichtigung des Verhaltens des Stickstoffs allein, ist aber sehr ansprechend, weil sie die vorliegenden Verhältnisse auf so einfache Weise zu erklären scheint, weshalb sie gegenwärtig auch ziemlich allgemein verbreitet ist.

Im folgenden werde ich nun eine Reihe im hiesigen Laboratorium unternommener Untersuchungen erörtern, die auf die hier besprochenen Verhältnisse neues Licht zu werfen scheinen.

Digitized by Google

Dieselben bestehen hauptsächlich aus einer ganzen Reihe Analysen der chemischen Zusammensetzung des Kotes bei Ausnutzungsversuchen über die verschiedenen dänischen Brotsorten mit Beigabe anderer Kost oder ohne solche, die behufs der Bestimmung des Nährwertes der betreffenden Brotsorten angestellt wurden; hierzu kommen aufserdem Analysen des Kotes bei anderen Kostverhältnissen, die mit besonderem Hinblick auf die Aufklärung der in der Einleitung besprochenen Verhältnisse gewählt waren.

Die untenstehende Tabelle A gibt also die Zusammensetzung des Kotes in einer ganzen Reihe von Ausnutzungsversuchen — 29 im ganzen, — die an einem und demselben Individuum unternommen wurden.

(Siehe Tabelle A auf S. 72, 73 und 74.)

Bevor wir zur Diskussion dieser Tabelle schreiten, sind erst verschiedene, die Versuche und die Analysen betreffende Verhältnisse zu erwähnen.

Der betreffende Kot stammt mit Ausnahme des Versuches 27 aus zweitägigen Ausnutzungsversuchen mit der in der Tabelle für jede Analyse angeführten Kost. Die ganze, dem Ausnutzungsversuche entsprechende Kotmasse wurde angesammelt und bei ca. 60° getrocknet, worauf sie ca. 24 Stunden lang bei Zimmertemperatur Feuchtigkeit aufnahm und darauf abgewogen und gemahlen wurde; an dem auf diese Weise gewonnenen Pulver unternahm man die angeführten Bestimmungen mit Bezug auf Trockensubstanz, Stickstoff, Ätherextrakt, Asche, Zellulose, Albuminstoff nach Stutzer und Pentosan. Aufser den gewöhnlichen Bestimmungen sind hier also, wie man sieht, noch zwei neue mitgenommen, nämlich Stickstoff nach Stutzer und Pentosane. Dies geschah rücksichtlich der Pentosane u. a., um in jedem einzelnen Falle entscheiden zu können, ob sich in der Kotmasse Nahrungsreste fanden. An den Pentosanen haben wir nämlich Stoffe, die sich sehr genau bestimmen lassen, und die beim Vorkommen in gröfserer Menge im Kote ganz natürlich als

(Fortsetzung des Textes auf S. 75.)

Digitized by Google

Tabelle A. **Versuchsindividuum J.**

Täglich genossene Nahrung	In der Nahrung befanden sich Gramm							Prozent in der Trockensubstanz des Kotes						
	stickstoffhalt. Stoffe	Alb.-Stoffe	Fett	Asche	Zellulose	Pentosane	Rest	Gramm Trockensubstanz des Kotes p. 1000 g Trockensubst. der Nahrung	Totaler N	Alb. N	Fett	Asche	Zellulose	Pentosane	Rest
1. 904 g sehr grober Pumpernickel 79 g Fett 8 g Salz	68	58	86	22	14	59	358	159	4,3	3,5	9,3	9,7	10,7	21,5	21,7
2. V. 1000 g sehr grobes Kommifsbrot 131 g Fett 11 g Salz	68	57	139	25	16	54	439	127	4,0	3,7	11,4	9,9	17,0	19,2	17,5
3. V. 1000 g grobes Kommifsbrot 108 g Fett 10 g Salz	62	52	114	22	14	53	437	107	3,8	3,3	8,1	8.0	12,8	21,8	25,5
4. 1000 g grober Pumpernickel 63 g Fett 3 g Salz	70	62	68	16	13	63	453	124	3,5	3,0	8,9	10,3	13,2	21,0	24,7
5. 1080 g Roggenbrot aus dekort. grobem Mehl 99 g Fett 9 g Salz	90	82	108	25	15	57	490	95	4,2	3,4	11,9	9,1	11,5	20,0	21,3
6. 1000 g Roggenbrot (A.), feines vermahl. Mehl 4 g Salz	84	74	13	23	13	63	454	130	4,4	3,7	11,8	9,2	13,3	18,0	20,2
7. 1090 g Roggenbrot (A.) 100 g Fett 10 g Salz	92	85	107	26	14	60	514	91	4,9	4,2	12,7	9,2	10,1	16,5	20,9
8. V. 1000 g Kommifsbrot aus fein vermahl. Mehl 134 g Fett 10 g Salz	60	54	140	22	12	54	461	88	3,9	2,8	9,2	9,2	11,1	21,3	24,8
9. 1108 g Roggenbrot (M.), feines Mehl 110 g Fett 10 g Salz	97	92	120	29	10	75	496	92	4,7	3,9	9,6	8,7	12.8	16,0	23,4

Digitized by Google

10.	1000 g Roggenbrot (J.), feines Mehl 65 g Fett 4 g Salz	69	60	70	20	11	55	450	85	4,2	3,6	8,5	8,4	12,4	22,0	22,3
11.	V. 1000 g Roggenbrot aus fein gestofsenem Mehl 137 g Fett 12 g Salz	65	57	143	25	11	60	493	82	4,1	3,5	9,2	9,2	11,4	20,3	24,5
12.	841 g Roggenbrot a. dekort. fein. Mehl. Sauert. 85 g Fett 5 g Salz	74	64	89	17	8	36	399	86	4,5	3,9	15,8	11,2	7,1	12,1	26.0
13.	872 g Roggenbrot aus dekort. fein. Mehl. Hefe 87 g Fett 7 g Salz	86	67	91	20	9	40	419	64	5,2	3,9	16,3	10,5	6,9	12,3	21,3
14.	1043 g halbfeines Roggenbrot (S.)[1] 90 g Fett 13 g Salz	62	52	96	22	7	37	560	60	4,3	3,1	12,8	11,0	10,4	15,7	23,0
15.	1000 g halbfeines Roggenbrot (R.) 67 g Fett 3 g Salz	68	60	72	18	7	41	502	64	4,6	3,6	12,5	14,0	8,3	16,1	20,3
16.	V. 1049 g halbfeines Roggenbrot (R.) 92 g Fett 9 g Salz	70	66	96	22	7	31	529	46	4,8	3,6	13,8	12,0	7,0	15,5	21,9
17.	V. 1032 g halbfeines Roggenbrot (R.) 77 g Fett 7 g Salz	80	75	82	27	6	37	523	42	5,2	3,8	13,4	11,2	7,1	14,8	21,2
18.	V. 999 g feines Roggenbrot[2] 111 g Fett 7 g Salz	85	69	115	16	1	12	500	19	4,6	3,3	17,1	8,7	8,1	17,6	19,7
19.	1016 g feines Roggenbrot 5 g Salz	82	78	5	17	2	20	535	37	4,7	3,6	11,3	10,0	8,4	17,0	23,9
20.	1032 g Weizenbrot[3] 71 g Fett 7 g Salz	103	98	72	17	2	10	546	31	4,1	3,4	14,2	10,9	9,6	17,5	22,6
21.	V. 795 g sehr grobes Kommifsbrot 91 g Wurst 138 g Käse 63 g Fett und 3 g Salz	112	89	119	30	8	45	346	131	4,5	3,3	17,0	11,5	8,0	17,1	18,2

1) Unter halbfeinem Roggenbrot ist Brot aus Roggenmehl mit ca. 25 % Kleieabzug zu verstehen. Die Versuche 1—13 wurden sämtlich mit Brot aus Roggenmehl ohne Kleieabzug, jedoch, wie angegeben, von sehr verschiedener Vermahlung angestellt.

2) Unter feinem Roggenbrot ist Brot aus gleichen Teilen Roggen- und Weizenmehl zu verstehen; ca. 30 % Kleieabzug.

3) Aus feingebeuteltem Weizenmehl.

Digitized by Google

Fortsetzung zu Tabelle A.

Täglich genossene Nahrung	In der Nahrung befanden sich Gramm							Gramm Trockensubstanz des Kotes p. 100 g Trockensubst. der Nahrung	Prozent in der Trockensubstanz des Kotes						
	stickstoffhalt. Stoffe	Alb.-Stoffe	Fett	Asche	Zellulose	Pentosane	Rest		Totaler N	Alb. N	Fett	Asche	Zellulose	Pentosane	Rest
22. V. 787 g sehr feines Kommißbrot 92 g Wurst 138 g Käse 85 g Fett und 3 g Salz	115	95	140	29	9	47	340	116	4,0	3,2	14,7	13,1	8,5	17,0	21,8
23. 750 g Roggenbrot aus dekort. feinem Mehl 90 g Wurst 132 g Käse 83 g Fett und 3 g Salz	126	112	134	24	12	39	343	110	4,4	3,3	18,7	13,1	9,0	14,2	17,5
24. V. 785 g halbfeines Roggenbrot 91 g Wurst 138 g Käse 84 g Fett und 2 g Salz	112	96	135	32	5	26	389	87	4,8	3,4	19,0	14,8	6,1	12,1	18,2
25. V. 800 g feines Roggenbrot 91 g Wurst 138 g Käse 88 g Fett und 5 g Salz	130	105	137	30	0,5	17	395	35	4,1	3,6	12,2	15,2	7,0	15,4	22,9
26. 750 g Roggenbrot (A.) 200 g Käse 86 g Fett 3 g Salz	186	101	106	23	10	40	273	125	3,8	2,9	10,9	14,2	—	15,3	—
27. 497 g Roggenbrot (A.) 677 g gekochter Klippfisch 48 g Butter	226	—	46	37	6	28	234	73	4,4	3,4	16,1	14,5	—	11,0	—
28. 455 g Semmel 740 g Fleisch 250 g Magermilch 30 g Butter	215	—	81	17	0,6	11	250	104	3,9	3,3	9,4	14,2	—	16,1	—
29. 400 g Reis mit Wasser zu Brei gekocht 15 g Salz	28	27	1	26	5	3	298	42	3,9	3,5	9,5	10,7	—	16,7	—

Digitized by Google

nichtresorbierte Reste der Pentosane, nicht aber als Absonderungen des Darms zu betrachten sind. Mit Bezug auf die einzelnen Analysen ist folgendes zu bemerken.

Die Bestimmung der Trockensubstanz geschah durch Eintrocknen auf konstantes Gewicht auf gewöhnliche Weise im Trockenkasten ca. 4 Stunden lang bei etwa 100° und mit einer schliefslichen Temperatur von nicht über 105°, meistens von 104° ca. $^1/_2$—1 Stunde. Versuche haben erwiesen, dafs die Kotmasse dieses Trocknen erträgt, und dafs das letzte Trocknen bei ein wenig über 100° erforderlich ist, um alles Wasser zu entfernen. Alle anderen Analysen wurden am feingemahlenen, aber nur an der Luft getrockneten Kotpulver ausgeführt, dessen Gehalt an Trockenstoff der Trockensubstanzanalyse gemäfs berechnet wurde.

Der Stickstoff wurde nach Kjeldahl bestimmt. Die Oxydation geschah mit gewöhnlicher konzentrierter Schwefelsäure, indem nach dem Aufhören der Gasentwicklung schwefelsaures Kali und entwässertes schwefelsaures Kupferdoppeloxyd zugesetzt wurden.

Der Stickstoff — Stutzer —, der aus dem eigentlichen Proteinstickstoff besteht, wurde ganz nach dem von Stutzer[1]) angegebenen Verfahren bestimmt. Die Oxydation fand, wie oben beschrieben, statt.

Die Asche wurde auf übliche Weise bestimmt.

Die Zellulose bestimmte man nach der Weender-Methode. Wurde animalische Nahrung gegeben, so korrigierte man die Zellulosenzahl mittels einer Stickstoffbestimmung, wie von K. Mann[2]) angegeben.

Der Ätherextrakt des Kotes wurde auf gewöhnliche Weise durch dreitägige Extraktion, der des Brotes dagegen nach der von Weibull[3]) angegebenen Methode bestimmt.

Die Pentosane wurden nach Flint und Tollens[4]) bestimmt. Bei der Destillation wurden jedesmal 600 ccm hinüberdestilliert.

1) Journ. f. Landw., 1881, S. 473.
2) Archiv. f. Hygiene, Bd. 36, S. 58.
3) Zeitschr. f. allgem. Chemie, 1892.
4) Landw. Versuchsstation, 1893.

Digitized by Google

Die mit V. bezeichneten Versuche wurden vom Herrn cand. med. A. Vincent ausgeführt; sie sind einer Reihe von Untersuchungen über den Nährwert dänischer Brotformen entnommen, die er in einer Abhandlung »Untersuchungen über die Ausnutzung des Brotes«, Kopenhagen 1903, veröffentlichte. Wiederholte Doppelbestimmungen und Kontrolle meinerseits erwiesen, dafs er mit grofser Sorgfalt und Genauigkeit gearbeitet hat. Die übrigen Versuche sind von mir selbst im Verein mit Fräulein cand. polyt. B. Meyer ausgeführt worden.

Doppelbestimmungen wurden nicht überall angestellt, jedoch stets, wenn die Versuche sich nicht gegenseitig kontrollierten, oder wenn sonst besonderer Anlafs dazu vorlag. Bei diesen Kontrollbestimmungen stimmte das Totalstickstoffprozent stets in der ersten Dezimale.

Der Proteinstickstoff stimmte gewöhnlich in der ersten Dezimale, bei einigen Doppelbestimmungen fand sich doch ein Unterschied von einem Zehntel.

Für das Aschenprozent war die durchschnittliche Abweichung 0,05, für Fett ca. 0,02, für Zellulose ca. 0,2 und für Pentosane 0,3.

Um das Verständnis der Tabelle zu erleichtern, bemerke ich noch folgendes.

Die erste Kolonne gibt die Art und Menge der pro Tag genossenen Nahrung an. Die Versuchsperson genofs täglich so viel der betreffenden Nahrung, als zur Erzeugung des Gefühls der völligen Sättigung erforderlich war. Die Versuche erstreckten sich, wie gesagt, auf zwei Tage.

Die 7 nächsten Kolonnen geben den Gehalt der täglichen Nahrungsration an Nährstoffen in Gramm an. Die Zahlen für die stickstoffhaltigen Stoffe und die Albuminstoffe sind durch Multiplikation der betreffenden Stickstoffzahlen mit 6,25 entstanden. Die anderen, wesentlich Kohlehydrate umfassenden Bestandteile bestimmten wir darauf sowohl hinsichtlich der Nahrung als des Kotes durch die Differenz zwischen dem totalen Trockenstoff und der Summe der stickstoffhaltigen Stoffe, des Fettes, der Asche, der Zellulose und der Pentosane.

Digitized by Google

Betrachten wir diese Tabelle nun näher, so springt vor allen Dingen die grofse Übereinstimmung der prozentigen Zusammensetzung des Kotes bei allen Versuchen in die Augen. Dies gilt besonders vom Totalstickstoff und vom Albuminstickstoff.

Die Mittelzahl aller Analysen ist für Totalstickstoff 4,3, für Albuminstickstoff 3,5, und die Ausschlägevon diesen Mittelzahlen sind sehr klein. Nach der Formel $\pm \frac{\sqrt{\Sigma\delta^2}}{n(n+1)}$ berechnet, wird die mittlere Abweichung für den Totalstickstoff $\pm$ 0,08, für den Albuminstickstoff $\pm$ 0,06. Die Zahlen für den Albuminstickstoff sammeln sich also noch näher um das Mittel — die Abweichungen sind kleiner — als die Zahlen für den Totalstickstoff.

Der Stickstoffgehalt der täglich genossenen Nahrung variierte von 28 g stickstoffhaltiger Stoffe im Versuche mit Reis bis sogar 226 g im Versuche mit Klippfisch. Die eigentliche Stickstoffmenge betrug im ersteren Versuche 1,2 %, im letzteren Versuche 6,3 % der gesamten Trockensubstanz. Trotz dieser grofsen Variationen des Stickstoffs der Nahrung bleibt sich der Stickstoffgehalt des ausgeschiedenen Kotes nahezu ganz gleich, und die vorgefundenen Abweichungen vom Mittel sind von dem gröfseren oder geringeren Stickstoffgehalt der Nahrung durchaus unabhängig.

Die Versuche enthalten Repräsentanten aller drei in der Einleitung besprochenen Nahrungsmittel, indem sie nämlich mit grobem, sogar sehr grobem Roggenbrot nebst oder ohne Fett, mit gemischter Kost und endlich mit Reis, mit Weizenbrot und mit Fleisch nebst Weizenbrot angestellt wurden, mit einer Nahrung also, die den sogenannten Normalkot mit ca. 8 % Stickstoff liefern sollte.

In allen drei Gruppen findet man dieselbe niedrige Stickstoffzahl wie in den Versuchen mit grobem Roggenbrot, und bei dieser Versuchsperson zeigt sich also nicht das Schwanken des Stickstoffprozentes des Kotes, das bei früheren Untersuchungen nachgewiesen wurde. Mit anderen Worten: es gibt mithin Individuen, bei denen das Stickstoffprozent des Kotes unverändert

Digitized by Google

bleibt, nicht nur solange es sich um eine Nahrung aus gemischter Kost oder aus einseitiger, indes ziemlich gutverdaulicher Kost handelt, sondern auch, wenn die Nahrung aus Nahrungsmitteln besteht, die sozusagen vollständig resorbiert werden, und wenn sie aus Nahrungsmitteln zusammengesetzt ist, die, wie grobes Roggenbrot, die gröfste Kotmasse und den gröfsten Ausnutzungsverlust geben. Bei dem hier untersuchten Individuum war es das für grobes Roggenbrot charakteristische niedrige Stickstoffprozent von ca. 4, das in allen Versuchen wiedererschien; wie untenstehende Tabelle B erweist, gibt es aber auch Individuen, bei denen dieselben gleichmäfsigen Verhältnisse sich geltend machen, bei denen es aber das für die sogenannten leichtest verdaulichen Nahrungsmittel charakteristische hohe Stickstoffprozent ist, das bei gemischter Nahrung und bei Nahrung aus grobem Roggenbrot immer wieder zum Vorschein kommt.

Tabelle B.

Versuchsperson N. Die täglich genossene Nahrung	Prozent der Trockensubstanz des Kotes					
	Total-Stickst.	Alb.-Stickst.	Fett	Asche	Pentosane	Rest
1. 692 g grobes Kommifsbrot, 86 g Fett, 5 g Salz	5,9	4,6	14,8	10,9	11,2	26,2
2. 850 g grobes Roggenbrot (A.), 65 g Fett, 8,5 g Salz	6,3	4,8	8,8	8,2	16,3	27,3
3. 800 g halbfein. Roggenbrot (R.), 62 g Fett, 6,5 g Salz	7,1	4.8	15,1	9,1	10,4	21,0
4. 300 g Reis, 10 g Salz	6,4	4,4	10,6	10,0	13,9	25,5
5. Gewöhnl. tägl. gemischte Kost (Weizenbrot) mit viel Fleisch und Butter	6,7	4,5	23,9	12,1	6,9	15,2

Hier ist das Mittel für den Totalstickstoff 6,5 %, für den Albuminstickstoff 4,6 %. Beide besprochene Individuen waren völlig normal und gesund, hatten jedenfalls keine subjektiven kränklichen Affektionen des Verdauungskanals.

Digitized by Google

Anderseits liegen aus dem hiesigen Laboratorium gleichzeitige, an zwei anderen Individuen ausgeführte Untersuchungen vor, wo das Stickstoffprozent sich wesentlich wie in den angeführten Versuchen von Prausnitz verhielt. Tabelle C gibt die Resultate.

Tabelle C.

	Versuchsperson	Nahrung	Prozent des Trockenstoffs des Kotes	
			Total N	Alb. N
1. V.	P.	Sehr grobes Kommifsbrot, Fett und Salz .	4,4	3,3
2. V.	»	Kommifsbrot aus feinem verm. Mehl, Fett und Salz	4,5	3,5
3.	»	Gew. tägl. gemischte Kost	5,9	4,2
4.	»	Gew. tägl. Kost mit viel Reis und Fleisch und nur Weizenbrot	6,0	3,8
5. V.	V.	Sehr grobes Kommifsbrot, Fett und Salz .	4,5	3,5
6. V.	»	Grobes Kommifsbrot, Fett und Salz . .	4,5	3,6
7.	»	Gew. gemischte Kost, viel Fleisch, Butter und Weizenbrot	6,1	3,7

Wie aus der Tabelle zu ersehen, zeigt der Totalstickstoff hier ähnliche Werte wie Prausnitz' Versuche unter entsprechenden Verhältnissen, obschon das Stickstoffprozent nicht völlig so hoch ansteigt wie in letzteren. Der Albuminstickstoff bleibt dagegen in allen Versuchen bei diesen beiden Individuen unverändert. Trotz des Steigens des Totalstickstoffs bei der mehr resorbierbaren Nahrung behält jener denselben oder fast denselben Wert wie in den Versuchen mit grobem Brot.

Auch bei der Versuchsperson N, Tabelle B, ist der Albuminstickstoff verhältnismäfsig niedrig. Er hat hier indes einen etwas höheren Durchschnittswert als bei den anderen Versuchspersonen, ist nämlich ca. 1% höher als in Tabelle A, während der Wert des Totalstickstoffs zugleich 2,2% gröfser ist.

Das will also heifsen, dafs es die anderen stickstoffhaltigen Stoffe des Kotes sind, die das hohe Stickstoffprozent beim Individuum N., Tabelle B, wesentlich bedingt haben, und dafs dieselben ebenfalls das Steigen des

Digitized by Google

Totalstickstoffs nach mehr resorbierbarer Nahrung bei denjenigen Individuen bedingen, die sich wie P. und V. verhalten.

Kehren wir hierauf nun zur Tabelle A zurück, um zu betrachten, wie sich die anderen chemischen Bestandteile des Kotes verhalten, so haben wir unter diesen vor allen Dingen die besonderes Interesse darbietenden Pentosane zu besprechen.

Die Pentosane oder vielmehr die furfurolbildenden Stoffe sind Verbindungen, die in verhältnismäfsig ziemlich grofser Menge in einigen der pflanzlichen Nährstoffe vorkommen, namentlich im groben Roggenbrot, und die im Kote wesentlich wohl nur als nichtresorbierte Reste der Nahrung aufzufassen sind. Ein sehr geringer Teil dieser Stoffe könnte doch vielleicht von Bakterien herrühren. Die Bakterienzelle enthält höchst wahrscheinlich Pentosane; es liegen indes keine quantitativen Untersuchungen hierüber vor, und die Menge derselben wird im Vergleich mit der totalen Pentosanabsonderung aller Wahrscheinlichkeit nach jedenfalls nur eine geringe sein.

Betrachten wir nun die Kolonne, welche die Menge dieser Stoffe im Kote bei den verschiedenen Versuchen angibt, so zeigt sich auch hier eine ganz auffallende Übereinstimmung des prozentigen Gehaltes. Die Übereinstimmung ist jedoch keine so grofse wie in betreff des Stickstoffprozentes, und wir finden durchweg hohe Zahlen bei den Versuchen mit grobem Roggenbrot. Dies wird am leichtesten ersichtlich, wenn wir die Versuche in drei in untenstehender Tabelle angeführte Gruppen sondern.

(Siehe Tabelle D auf S. 81.)

Diese Tabelle zeigt mit der Haupttabelle zusammengehalten, wie oben gesagt, eine ganz auffallende Übereinstimmung des prozentigen Pentosangehalts des Kotes, trotz der sehr grofsen Verschiedenheiten des Pentosangehalts der Nahrung, der, absolut genommen, zwischen 3 und 63 g und in Prozenten zwischen 0,8 und 9,7 % schwankt.

Die im Kote vorgefundenen Schwankungen des Pentosangehalts sind nicht direkt vom Pentosangehalt der Nahrung abhängig. Die etwas höheren Zahlen

Digitized by Google

rücksichtlich des groben Roggenbrotes treffen allerdings mit einem höheren Pentosangehalt der Nahrung zusammen; vergleichen wir aber Gruppe 2 mit Gruppe 3, so ist leicht zu ersehen, dafs es nicht die Gröfse des Pentosangehalts der Nahrung sein kann, die den Pentosangehalt des Kotes bedingt, und dafs hier besondere Verhältnisse der einseitigen Kost aus grobem Roggenbrot die etwas höheren Zahlen bewirkt haben müssen. Bei gemischter Kost mit grobem Roggenbrot werden sie nicht wiedergefunden.

Tabelle D.

	Durchschnittl. Pentosanmenge der Nahrung		% Pentosan des Kotes
	Gramm täglich	% des Trockenstoffs	
1. Versuche 1—11, alle Versuche mit grobem Roggenbrot	59 (53—63)	8,2 (7,2—9,7)	19,8 (16,5—22,0)
2. Versuche 12—17, 21—23, 26—27, d. i. Versuche mit sehr fein verm. dekort. Mehl, mit halbfeinem Roggenbrot, mit gemischter Kost	38 (28—47)	5,6 (4,1—6,9)	14,6 (11,0—17,1)
3. Versuche 18—20, 24—25, 28—29, d. i. Versuche mit Brot aus Weizen- und Roggenmehl, mit Weizenbrot, mit gemischter Kost mit Semmel mit Reis und Fleisch	14 (3—26)	2,1 (0,8—3,7)	16,1 (12,1—17,6)
Die beiden Extreme der Reihe sind Versuch mit Reis	3	0,8	16,7
Versuch mit sehr grobem Pumpernickel	59	9,7	21,5

Die Mittelzahl des Pentosangehalts des Kotes für Gruppe 2 und 3 zusammen — im ganzen 18 Versuche — ist 15,2 % und die mittlere Abweichung ± 0,48. In denselben Versuchen ist die mittlere Abweichung für den Totalstickstoffgehalt ± 0,1, und da die Mittelzahl des Stickstoffprozentes nur 4,5, die der Pentosane aber 15,2 beträgt, so entspricht eine mittlere Abweichung für die Pentosane von ± 0,48 einer mittleren Abweichung von

Digitized by Google

± 0,14 für den Stickstoff. Die Abweichungen sind mithin verhältnismäfsig etwas gröfser als rücksichtlich des Totalstickstoffs jedoch auffallend klein im Vergleich mit den sehr grofsen Verschiedenheiten in betreff des Pentosangehalts der gegebenen Nahrung.

Was endlich die übrigen Stoffe des Kotes betrifft, so zeigen diese eine ganz ähnliche Übereinstimmung hinsichtlich des Prozentgehalts der Kotmasse, was früher ja schon zum Teil von anderen hervorgehoben wurde. Indes sind die Zahlen für Ätherextrakt und Salze bei der einseitigen Kost aus grobem Roggenbrot etwas niedriger als in den anderen Versuchen, während sie für die Zellulose etwas höher sind, sich somit wie die Pentosanzahlen verhalten. Mit Bezug auf den Ätherextrakt sind vorzüglich die Versuche 6, 19 und 29 hervorzuheben. Hier beträgt nämlich die Fettmenge der Nahrung nur 2,0—0,7, bzw. 0,3% des Trockenstoffs, während sie sonst 10—20% der Nahrung bildet, und nichtsdestoweniger ist der Ätherextrakt der Kotmasse 11,8, bzw. 11,3 und 9,5%, also ganz wie in den Versuchen mit reichlicher Fettgabe und in sehr grofser Nähe des Mittels für alle Versuche, das 12,6% beträgt.

Fassen wir nun zusammen, was sich aus den oben genannten Untersuchungen ergibt, so wird dies wesentlich folgendes:

1. In Übereinstimmung mit früheren Versuchen ist hier die weitere Bestätigung gewonnen, dafs Totalstickstoff, Ätherextrakt und Asche bei gewöhnlicher gemischter Nahrung jedes für sich und bei demselben Individuum einen ziemlich konstanten Bruchteil des totalen Trockenstoffs der Kotmasse bilden, von den Mengeverhältnissen dieser Stoffe in der Kost unabhängig.

   Dasselbe erwies sich durch die hier vorliegenden Untersuchungen als für Albuminstickstoff, Zellulose und Pentosane gültig.

2. Im Gegensatz zu früheren Versuchen wurde hier gefunden — erstens, — dafs das Totalstickstoffprozent des Kotes nicht bei allen Individuen bei gemischter Kost dieselbe

Digitized by Google

Gröfse hat, nicht stets um ca. 6 % herum liegt, sondern bei einigen bedeutend niedriger sein kann — und zweitens, — dafs eine einseitige Nahrung aus grobem Roggenbrot einerseits und anderseits aus Nahrungsmitteln, deren vollständige Resorption allgemein angenommen wird, nicht bei allen Individuen im ersteren Falle ein niedriges, im letzteren ein besonders hohes Stickstoffprozent hervorruft, dafs das Stickstoffprozent dagegen in beiden Fällen denselben Wert behalten kann wie bei gemischter Kost, und zwar sowohl, wo dasselbe besonders niedrig als wo es besonders hoch ist.

Hinsichtlich des Totalstickstoffprozentes des Kotes gibt es also wenigstens drei verschiedene Typen von Individuen.

Der eine Typus hat bei jeglicher Kostform ein sehr niedriges Stickstoffprozent des Kotes, etwa 4 %, der zweite hat in demselben Falle ein verhältnismäfsig hohes Stickstoffprozent, etwa 6—7 %, und der dritte endlich hat bei der groben, stark kotbildenden Kost das niedrige Stickstoffprozent von ca. 4, bei gewöhnlichen Kostverhältnissen ca. 6 und unter besonderen Kostverhältnissen mit sehr geringer Kotbildung ca. 7—8 %.

3. Das Albuminstickstoffprozent war dagegen bei demselben Individuum stets dasselbe bei jeder der untersuchten Kostformen, selbst in den Fällen, wo der Wert des Totalstickstoffs schwankte, und ferner war es das Gleiche bei drei der untersuchten Individuen, während es beim vierten Individuum eine etwas höhere Zahl darbot.

4. Endlich geht aus Tabelle A hervor, dafs es Individuen gibt, bei denen sich von der genossenen Kost ganz unabhängig stets eine Kotmasse von durchweg sozusagen der gleichen Zusammensetzung bildet. Die ausgeschiedene Kotmasse kann je nach der Art der Kost gröfser oder geringer sein — so in den Fällen der Tabelle von 19—159 g ausgeschiedener pro 1000 g eingegebener

Digitized by Google

Trockenstoff — und dies bedingt eine sehr verschiedene Ausnutzung der Kost; diese Kotmasse möge nun aber grofs oder klein sein, so ist ihre Zusammensetzung fast die gleiche. Vollkommen gleich ist dieselbe indes nicht. Bei der Kost mit sehr grobem Brot sind die Prozentzahlen des Ätherextrakts und der Salze etwas niedriger und die der Zellulose und der Pentosane etwas höher als bei anderer Kost.

Dies sind also die Tatsachen, welche die Untersuchungen uns gelehrt haben. Ist es nun möglich, eine Erklärung der gefundenen Verhältnisse aufzustellen?

Solange man nur Individuen kannte, bei denen der durch frühere Untersuchungen gefundene Typus der Zusammensetzung des Kotes der Kost gemäfs, namentlich mit Bezug auf den Totalstickstoff angetroffen wurde, war Prausnitz' Erklärung von der Gleichmäfsigkeit, bzw. der Verschiedenheit dieser Zusammensetzung sehr befriedigend. Wenigstens war sie einfach und schien keinem der vorliegenden Verhältnisse zu widerstreiten.

Den jetzt vorliegenden Aufschlüssen zufolge scheint sie aber nicht mehr ganz brauchbar zu sein, wenigstens nicht ohne einige Modifikation. Prausnitz' Gedanke ist ja der, dafs die gleichmäfsige Zusammensetzung des Kotes und die exzeptionellen Abweichungen von dieser sich nicht wohl auf andere Weise erklären liefsen als dadurch, dafs der Kot unter gewöhnlichen Verhältnissen ausschliefslich oder wesentlich aus Darmsekreten und nur in besonderen Fällen zugleich aus Nahrungsresten bestünde.

Soll diese Erklärung nun auf Individuen Anwendung finden, bei denen das Stickstoffprozent sich bei verschiedenen Kostformen unverändert erhält, so erheischt sie notwendigerweise die Annahme zweier Verhältnisse: erstens, dafs alle Nahrung in der Hauptsache vollständig resorbiert wird, nicht nur unter gewöhnlichen Kostverhältnissen, sondern auch bei Kost aus dem allergröbsten Roggenbrot, und zweitens, dafs der Stickstoffgehalt der Darmsekrete bei den verschiedenen Individuen verschieden ist, bald ca. 4 %, bald ca. 6—7 % beträgt.

Digitized by Google

Letzteres Verhältnis — individuelle Verschiedenheiten in der betreffenden Richtung — könnten wir natürlich ohne Einrede annehmen; dagegen stehen die Untersuchungen durchaus damit in Widerspruch, dafs die Nahrung vollständig resorbiert werden sollte, da der Kot, selbst von der Restgruppe abgesehen, deren Natur man, streng genommen, ja nicht kennt, doch jedenfalls in der Zellulose und den Pentosanen Stoffe enthält, die sich nach den Mengen, in welchen sie vorkommen, nicht wohl anders als wesentlich aus Nahrungsresten bestehend auffassen lassen.

Die Gleichmäfsigkeit des Stickstoffprozentes müfste dann davon herrühren, dafs nur die stickstoffhaltigen Stoffe, das Fett und die Asche der Nahrung vollständig resorbiert würden, während die Kohlehydrate stets in einem der Gröfse der Darmsekretion proportionalen Mengenverhältnisse resorbiert würden, so zwar, dafs die übrigbleibende Menge nach dieser abgestimmt würde — dann hört die einfache Erklärung aber eigentlich auf, und das Problem wird nur an einen anderen Punkt verlegt.

Prausnitz' Erklärung der Verhältnisse läfst sich deshalb meines Erachtens nicht mehr mit den jetzt vorliegenden Aufschlüssen in Übereinstimmung bringen. Diese scheinen im ganzen vielmehr auf eine gewisse Art Regulation von seiten des Darmkanals hinzudeuten, die sowohl für die stickstoffhaltigen Nahrungsreste als für die Kohlehydrate gültig wäre. Am besten wird dies einleuchten, wenn wir bei der Betrachtung der Verhältnisse unseren Ausgangspunkt von den Pentosanen und der Zellulose, nicht aber, wie es früher geschah, vom Stickstoff nehmen. Wie öfters hervorgehoben, zeigt Tabelle A uns eine ganz vorzügliche Übereinstimmung des Pentosanprozentes des Kotes trotz der sehr grofsen Verschiedenheiten des Gehalts der Nahrung an Pentosanen. Bleiben wir bei den 18 letzten Versuchen der Tabelle A stehen, so haben wir hiermit einer Nahrung zu tun, die von 3—47 g Pentosane enthielt, was einem Prozent von 0,8—6,9 entspricht, und dennoch schwankt der Pentosangehalt des Kotes nur sehr wenig um seinen Mittelwert herum und zwar ohne Abhängigkeit vom Pentosangehalt der Nahrung. Es werden also jedesmal im Darme höchst verschiedene Mengen der aufgenommenen Pento-

Digitized by Google

sane resorbiert oder zersetzt — von 10,7% an im Versuche mit Reis bis ca. 87% in einigen Versuchen mit Brot (Nr. 13 und 17) — stets aber gerade so viel, dafs das schliefsliche Prozent im Kote sozusagen dasselbe wird. Ein wenig schwankt dieses natürlich in den einzelnen Fällen, indem teils Schwankungen der Prozentzahlen der anderen Stoffe auf eine davon abhängige Gröfse, um die es sich hier ja handelt, influieren müssen, teils Zufälligkeiten (z. B. möglicherweise eine gröfsere oder geringere Menge Bakterien im Kote) wohl hier wie überall unter ähnlichen Verhältnissen ihren Einfluſs zur Geltung bringen werden. Etwas ganz Ähnliches wie das hier über die Pentosane Bemerkte gilt rücksichtlich der Zellulose, nur sind die absoluten Zahlen hier so klein und die analytische Methode weit mehr unsicher, so dafs das Resultat nicht so überzeugend wirkt wie mit Bezug auf die Pentosane.

Der Organismus scheint also auf diesem Gebiete eine Art Regulation zu besitzen.

Ist dies aber mit den Pentosanen und der Zellulose der Fall, so mufs ebensowohl die Regelmäfsigkeit der Prozentzahlen für die anderen Stoffe von einer solchen Regulation dieser Stoffe herrühren können und braucht also nicht durch vollständige Resorption derselben aus der Nahrung verursacht zu sein, was anderseits natürlich möglich sein kann. Auf zweifache Weise können wir uns deshalb die genannte Gleichmäfsigkeit der Zusammensetzung des Kotes entstanden denken.

Erstens wäre es denkbar, dafs das Eiweifs, das Fett und die Salze der Nahrung vollständig aufgenommen würden, und dafs der im Kot gefundene Teil dieser Stoffe nur Reste des während der Verdauung ausgeschiedenen gemischten Darmsekrets wären. Letzteres müfste dann bei gewissen Individuen unter allen Verhältnissen denselben Gehalt an Totalstickstoff, Albuminstickstoff, Ätherextrakt und Salzen haben, während es bei anderen Individuen und unter besonderen Verhältnissen einen gröfseren Gehalt an Totalstickstoff haben könnte, der von stärkerer Ausscheidung der nicht albuminstoffhaltigen, wohl aber stickstoffhaltigen Stoffe herrührte. Gegen die Pentosane, die Zellulose und möglicherweise noch andere in der Restgruppe enthaltene, jedoch noch

Digitized by Google

nicht näher untersuchte Stoffe würde der Organismus gewisse Mafsregeln besitzen, welche die Gröfse, mit der diese Stoffe im Kot auftreten, regulierten.

Zweitens könnte man sich die Entstehung der Gleichmäfsigkeit so denken, dafs eine solche Regulation hinsichtlich aller Nährstoffe der Nahrung stattfände, dafs der Organismus sich also bestrebte, eine ganz gleichmäfsig zusammengesetzte Kotmasse zu bilden, die von den einzelnen Stoffen umfafste, was sowohl aus Darmsekreten als auch aus Nahrungsresten bestünde.

Hinsichtlich des Totalstickstoffs und des Albuminstickstoffs würde es dann in dieser Beziehung die oben nachgewiesenen individuellen Verschiedenheiten geben. Ob ähnliche Verschiedenheiten auch in betreff der übrigen Kotbestandteile zu finden sind, läfst sich wegen der geringen Anzahl der Versuche noch nicht entscheiden.

Dafs es für die groben Brotsorten Werte gibt, die hinsichtlich gewisser Stoffe von den in den anderen Versuchen gefundenen abweichen, könnte vielleicht darin liegen, dafs der Kot hier den Darmkanal verhältnismäfsig geschwinder passierte, weshalb die Zeit nicht genügte, um eine vollständige Regulation eintreten zu lassen.

Obenstehendes enthält nur eine Auseinandersetzung, wie die Verhältnisse auf diesem Gebiete nach den neuen Aufschlüssen, welche die Versuche uns gebracht haben, sich stellen zu müssen scheinen, dagegen keine eigentliche Erklärung weder davon, wie die nachgewiesene Gleichmäfsigkeit der Zusammensetzung des Kotes entsteht, noch davon, was hiermit der Zweck sein mag. Um diese Verhältnisse aufzuklären, bedarf es wahrscheinlich einer längeren Reihe von Untersuchungen. Hier müssen wir uns damit begnügen, die obengenannten Tatsachen festgestellt zu haben, und zwar speziell die, dafs es Individuen gibt, bei denen sich von der genossenen Kost ganz unabhängig im Darm eine Kotmasse bildet, deren einzelne chemische Bestandteile stets in fast ganz demselben Verhältnisse zueinander stehen. Dies kann natürlich jedoch nicht von den Fällen gelten, in welchen ein pflanzliches

Digitized by Google

oder tierisches Produkt genossen wird, das sich gar nicht oder nur teilweise vom Darmkanal behandeln läfst, und das deshalb die Ausscheidung gröfserer Mengen ganz unveränderter, makro- und mikroskopisch erkennbarer Reste im Kote veranlafst. Bei den hier besprochenen Versuchen erwies der Kot sich selbst bei mikroskopischen Untersuchungen als frei von wesentlichem Gehalt an nachweisbaren Nahrungsresten. Hauptsächlich bestand derselbe aus einer Detritusmasse, und was sich von unverdauten Nahrungselementen, wie Muskelzellen, Fermentzellen und Zellen aus der Fruchthülle des Roggens u. dgl. nachweisen liefs, war nur ganz verschwindend.

Individuelle Verschiedenheiten der Ausnutzung.

Aus den hier vorgelegten Untersuchungen ging hervor, dafs es mit Bezug auf das Stickstoffprozent des Kotes drei verschiedene Typen von Individuen geben mufs, wie in den Resultaten S. 83 näher erörtert wurde.

Die Frage liegt nun nahe, ob dieser Verschiedenheit des Stickstoffprozentes auch eine ähnliche Verschiedenheit der Ausnutzung entspricht.

Betrachten wir die beiden Typen, wo das Stickstoffprozent sich in allen Versuchen gleich bleibt, das eine Mal ca. 4,5 %, das andere Mal ca. 6,5 %, so mufs bei jedem dieser Individuen der Verlust an Stickstoff bei der Verdauung der ausgeschiedenen Kotmasse proportional sein.

Entspricht also bei den beiden verschiedenen Individuen derselben Nahrung dieselbe Kotmasse, so wird der Verlust an Stickstoff bei ihnen ein sehr verschiedener; bildet sich aber eine verhältnismäfsig geringere Kotmenge bei dem Individuum mit dem höheren Stickstoffprozent, so wird der Verlust an Stickstoff dadurch kompensiert werden können, so dafs die Ausnutzung die gleiche wird.

Bisher haben wir ja immer angenommen, dafs die Ausnutzung der Nahrung bei den verschiedenen Individuen so ziemlich die gleiche sei. Prausnitz und v. Noorden wiesen allerdings kleinere individuelle Verschiedenheiten nach, anderseits hat aber Rubner durch Ausnutzungsversuche mit Reis an

Digitized by Google

Europäern, die behufs eines Vergleiches mit ähnlichen, von Orsava an Japanern angestellten Versuchen unternommen wurden, wie auch die Münchner Schule durch die Versuche mit Vegetarianerkost, teils an einem langjährigen Vegetarianer, teils an einem Nichtvegetarianer, dargelegt, dafs nicht einmal in diesen Fällen, wo es sich doch um ein im höchsten Grade an die spezielle Kost gewöhntes Individuum einerseits und ein nicht daran gewöhntes anderseits handelte, ein Unterschied der Ausnutzung erschien. Die allgemeine Ansicht ist deshalb die, dafs es keine wesentlichen individuellen Verschiedenheiten der Ausnutzung gebe.

Um nun in dieser Beziehung die Verhältnisse bei den beiden Versuchspersonen J. und D. zu prüfen, welche die genannten Verschiedenheiten des Stickstoffprozentes des Kotes zeigten, wurden vier der an N. unternommenen Versuche so gewählt, dafs sie hinsichtlich der Kost und der ganzen Ausführung vier der an J. angestellten Versuche entsprachen.

Diese acht Versuche sind unten wiedergegeben, und die Ausnutzungsverluste sind ferner der leichteren Übersichtlichkeit wegen in der Tabelle E zusammengestellt.

Tabelle E.

Versuchs-Nr. laut Tab. A u. B entsprechend	Versuchsperson	Kost	% der Trockensubst. d. Kotes		Verlust in %						
			Total-N	Alb.-N	Trockenstoff	Stickstoffhalt. Stoffe	Albuminstoffe	Fett	Asche	Pentosane	Rest
A 2	J.	Sehr grobes Kommifsbrot, Fett, Salz	4,0	3,7	12,7	34,7	38,6	7,6	37,5	33,4	7,1
B 1	N.	detto	5,7	4,6	17,4	65,1	58,4	13,8	55,0	23,4	7,7
A 7	J.	Grobes Roggenbrot, Fett, Salz	4,9	4,2	9,1	24,7	22,7	8,8	26,8	20,2	4,3
B 2	N.	detto	6,3	4,8	12,6	42,7	35,5	9,8	29,3	23,2	5,3
A 16	J.	Halbfeines Roggenbrot, Fett, Salz	4,8	3,6	4.6	14,8	11,9	5,0	19,2	17,7	1,9
B 3	N.	detto	7,1	4,8	5,6	29.1	21,5	7,4	15,5	10,5	1,8
A 29	J.	Reis	3,9	3,5	4,2	13,2	11,8	[1]	6,1	89,3	1,9
B 4	N.	detto	6,4	4,4	5,2	26,7	18,6	[1]	7,6	90,5	1,8

1) In beiden Versuchen wurde mehr Ätherextrakt ausgeschieden, als in der Nahrung enthalten war.

Digitized by Google

Ausnutzungsversuche.

Versuchsperson J.

Versuch 2. Tabelle A.

In den zwei Versuchstagen wurden gegessen 2000 g Brot aus sehr grob vermahlenem Roggenmehl (sehr grobes Kommißbrot), 263 g Fett und 22 g Kochsalz.

	% Trocken-substanz	Prozent in der Trockensubstanz						
		Stick-stoff-substanz	Albumin-stoffe	Äther-extrakt	Asche	Zellulose	Pento-sane	Rest
Brot . . .	60,0	11.3	9,4	1,6	2,3	2,6	9,0	73,2
Fäces . . .	18,6	25,0	23,1	11,4	9,9	16,9	19,2	17,6
	g Trocken-substanz	Gramm in der Trockensubstanz						
Nahrung . .	1482	135,6	112,8	279,2	49,6	31,7	108,0	878,4
Fäces . . .	188	47,0	43.5	21,4	18,6	31,8	36,1	33,1
% Verlust .	12,7	34,7	38,6	7,6	37,5	100	33,4	3,8

Versuch 7. Tabelle A.

In den zwei Versuchstagen wurden gegessen 2191 g Roggenbrot (A) aus ganzem Korn, feinem Mehl, 201 g Fett und 20 g Kochsalz.

	% Trocken-substanz	Prozent in der Trockensubstanz						
		Stick-stoff-substanz	Albumin-stoffe	Äther-extrakt	Asche	Zellulose	Pento-sane	Rest
Brot . . .	64,1	13,1	12,1	1,0	2,2	2,0	8,4	73,1
Fäces . . .	22,0	30,7	26,1	12,7	9,2	10,1	16,5	20,9
	g Trocken-substanz	Gramm in der Trockensubstanz						
Nahrung . .	1623	184	169,9	212,5	50,7	28,1	120,8	1026,6
Fäces . . .	148	45,4	38,6	18,8	13,6	14,8	24,4	30,9
% Verlust .	9,1	24,7	22,7	8,8	26,8	52,7	20,2	3,0

Digitized by Google

Versuch 14. Tabelle A.

In den zwei Versuchstagen wurden gegessen 2089 g halbfeines Roggenbrot, 183 g Fett und 18 g Kochsalz.

	% Trockensubstanz	Prozent in der Trockensubstanz						
		Stickstoffsubstanz	Albuminstoffe	Ätherextrakt	Asche	Zellulose	Pentosane	Rest
Brot . . .	62,4	10,8	10,1	0,8	2,0	1,1	4,7	80,7
Fäces . . .	25,6	29,9	22,6	13,8	12,0	7,0	15,5	21,9
	g Trockensubstanz	Gramm in der Trockensubstanz						
Nahrung . .	1508	141,4	132,2	191,8	43,7	14,4	61,5	1056,5
Fäces . . .	70	20,9	15,8	9,7	8,4	4,9	10,9	15,3
% Verlust .	4,6	14,8	11,9	5,0	19,2	34,0	17,7	1,5

Versuch 29. Tabelle A.

In den zwei Tagen wurden gegessen 800 g Reis mit Wasser zu Brei gekocht und 30 g Kochsalz.

	% Trockensubstanz	Prozent in der Trockensubstanz					
		Stickstoffsubstanz	Albuminstoffe	Ätherextrakt	Asche	Pentosane	Rest
Reis . . .	86,4	8,1	8,0	0,3	3,2	0,8	87,6
Fäces . . .	28,3	24,4	21,9	9,5	10,7	16,7	38,7
	g Trockensubstanz	Gramm in der Trockensubstanz					
Nahrung . .	721,2	56,0	55,3	2,0	52,2	5,6	606,0
Fäces . . .	30,0	7,4	6,6	2,8	3,2	5,0	12,0
% Verlust .	4,2	13,2	11,8	—	6,1	89,3	1,9

Versuchsperson N.

Versuch 1. Tabelle B.

In den zwei Versuchstagen wurden gegessen 1384 g Brot aus sehr grob vermahlenem Roggenmehl, 172 g Fett und 10 g Kochsalz.

	% Trockensubstanz	Prozent in der Trockensubstanz					
		Stickstoffsubstanz	Albuminstoffe	Ätherextrakt	Asche	Pentosane	Rest
Brot . . .	58,3	12,1	10,5	1,8	3,0	10,8	72,3
Fäces . . .	23,6	36,9	28,8	14,8	10,9	11,2	26,2
	g Trockensubstanz	Gramm in der Trockensubstanz					
Nahrung . .	987	97,6	84,7	184,5	34,2	82,3	588
Fäces . . .	172	63,5	49,5	25,5	18,7	19,3	45
% Verlust .	17,4	65,1	58,4	13,8	55,0	23,4	7,7

Digitized by Google

Versuch 2. Tabelle B.

In den zwei Versuchstagen wurden gegessen 1700 g Roggenbrot (A), 130 g Fett und 17 g Kochsalz.

	% Trockensubstanz	Prozent in der Trockensubstanz					
		Stickstoffsubstanz	Albuminstoffe	Ätherextrakt	Asche	Pentosane	Rest
Brot . . .	63,5	13,1	12,0	1,0	2,4	10,0	73,5
Fäces . . .	22,3	39,4	30,0	8,8	8,2	16,3	27,3
	g Trockensubstanz	Gramm in der Trockensubstanz					
Nahrung . .	1225	141,5	129,6	138,8	42,9	108,0	794
Fäces . . .	154	60,7	46,2	13,6	12,6	25,1	42
% Verlust .	12,6	42,7	35,5	9,8	29,3	23,2	5,3

Versuch 3. Tabelle B.

In den zwei Tagen wurden gegessen 1600 g halbfeines Roggenbrot, 124 g Fett und 13 g Kochsalz.

	% Trockensubstanz	Prozent in der Trockensubstanz					
		Stickstoffsubstanz	Albuminstoffe	Ätherextrakt	Asche	Pentosane	Rest
Brot . . .	62,1	10,0	9,4	0,9	2,5	6,5	80,1
Fäces . . .	24,0	44,4	30,0	15,1	9,1	10,4	21,0
	g Trockensubstanz	Gramm in der Trockensubstanz					
Nahrung . .	1129,6	99,4	93,4	132,0	38,0	64,6	796
Fäces . . .	65,0	28,9	19,5	9,8	5,9	6,8	14
% Verlust .	5,7	29,1	21,5	7,4	15,5	10,5	1,8

Versuch 4. Tabelle B.

In den zwei Tagen wurden gegessen 600 g Reis und 20 g Kochsalz.

	% Trockensubstanz	Prozent in der Trockensubstanz					
		Stickstoffsubstanz	Albuminstoffe	Ätherextrakt	Asche	Pentosane	Rest
Reis . . .	86,4	8,1	8,0	0,3	3,2	0,8	87,6
Fäces . . .	30,8	40,0	27,5	10,6	10,0	13,9	25,5
	g Trockensubstanz	Gramm in der Trockensubstanz					
Nahrung . .	538	43,6	41,9	1,6	36,6	4,2	454
Fäces . . .	28	11,2	7,8	3,0	2,8	3,8	8
% Verlust .	5,2	26,7	18,6	—	7,6	90,5	1,8

Digitized by Google

Vergleichen wir nun die Zahlen dieser Tabelle, so sehen wir, dafs von einer Kompensation der Kotmenge so wenig die Rede ist, dafs im Gegenteil bei N. sogar eine gröfsere Kotmasse ausgeschieden wird als bei J. Der Verlust an Stickstoff wird deshalb bei N. aufserordentlich grofs und hier weit gröfser als bei J. Dies gilt sowohl vom Totalstickstoff als von den eigentlichen Albuminstoffen.

Fett, Asche und Kohlehydrate zeigen dagegen so ziemlich den gleichen Ausnutzungsverlust, jedenfalls bei weitem keine so grofse Verschiedenheit wie der Stickstoff.

Es kann also sehr grofse individuelle Verschiedenheiten hinsichtlich der Ausnutzung der Albuminstoffe im Darme geben, die den beiden Typen von Individuen mit niedrigem, bzw. hohem Stickstoffprozente entsprechen. Wenn solche Verschiedenheiten unbeachtet blieben, so mufs das seinen Grund wohl darin haben, dafs die wenigen vergleichenden Untersuchungen dieser Art, die in der Literatur vorliegen, zufälligerweise an Individuen angestellt wurden, die sich mit Bezug auf das Stickstoffprozent des Kotes auf gleiche Weise verhalten.

Anderseits scheint die Ausnutzung des Stickstoffs sich bei Individuen mit demselben Stickstoffprozent der Trockensubstanz des Kotes ganz gleich zu verhalten, wenigstens soweit sich nach untenstehender Zusammenstellung in der Tabelle F von der Ausnutzung desselben groben Roggenbrots bei den drei Personen J., P. und V. beurteilen läfst.

Tabelle F.

Versuchs-Nr.	Versuchspersonen	Kost	% in der Trockensubst. des Kotes		Verlust in %								
			Total-N	Album.-N	Trockensubstanz	Stickstoffsubstanz	Albuminstoffe	Ätherextrakt	Asche	Zellulose	Pentosane	Rest
A 2	J.	Sehr grobes Kommifsbrot	4,0	3,7	12,7	34,7	38,6	7,6	37,5	100,0	33,4	7,1
C 1	P.	detto	4,4	3,3	12,3	40,0	34,0	9,4	33,9	82,3	28,3	4,5
C 5	V.	detto	4,5	3,5	12,9	44,0	38,7	7,7	39,2	68,5	33,3	5,0
A 3	J.	Grobes Kommifsbrot	3,8	3,3	10,7	28,9	30,1	5,4	27,6	68,7	31,1	4,4
C 6	V.	detto	4,5	3,6	10,6	33,8	30,8	6,2	31,6	59,8	37,4	3,5

Digitized by Google

Tabelle F entspricht folgenden Ausnutzungsversuchen:

Versuch 1. Tabelle C.

Versuchsperson P. In den zwei Versuchstagen wurden gegessen 820 g Brot aus sehr grob vermahlenem Roggenmehl, 121 g Fett, 13 g Salz.

	% Trocken-substanz	Prozent in der Trockensubstanz: Stickstoff-substanz	Albuminstoffe	Ätherextrakt	Asche	Zellulose	Pentosane	Rest
Brot	61,8	10,6	9,4	1,4	1,8	1,9	8,8	75,5
Fäces	17,8	27,5	20,6	15,1	9,5	10,1	16,0	21,8
	g Trocken-substanz	Gramm in der Trockensubstanz						
Nahrung	639,6	53,7	47,6	126,9	22,1	9,6	44,6	382,6
Fäces	78,7	21,6	16,2	11,9	7,5	7,9	12,6	17,2
% Verlust	12,3	40,0	34,0	9,4	33,9	82,3	28,3	4,5

Versuch 5. Tabelle C.

Versuchsperson V. In den zwei Tagen wurden gegessen 1363 g Brot wie in Versuch 1), 229,5 g Fett, 18 g Salz.

	% Trocken-substanz	Prozent in der Trockensubstanz: Stickstoff-substanz	Albuminstoffe	Ätherextrakt	Asche	Zellulose	Pentosane	Rest
Brot	62,1	10,6	9,4	1,4	2,0	2,4	8,2	75,4
Fäces	18,6	28,1	21,9	13,1	9,8	9,9	16,4	22,7
	g Trocken-substanz	Gramm in der Trockensubstanz						
Nahrung	1091,6	89,7	79,5	239,0	35,2	20,3	69,4	638,0
Fäces	140,7	39,5	30,8	18,4	13,9	13,9	23,1	31,9
% Verlust	12,9	44,0	38,7	7,7	39,2	68,5	33,3	5,0

Versuch 6. Tabelle C.

Versuchsperson V. In den 2 Tagen wurden gegessen 1394 g grobes Kommißbrot, 242 g Fett, 21 g Salz.

	% Trocken-substanz	Prozent in der Trockensubstanz: Stickstoff-substanz	Albuminstoffe	Ätherextrakt	Asche	Zellulose	Pentosane	Rest
Brot	60,5	11,5	10,2	1,1	2,0	2,6	9,7	73,1
Fäces	22,8	28,0	22,6	13,2	10,1	11,2	19,1	18,4
	g Trocken-substanz	Gramm in der Trockensubstanz						
Nahrung	1103,1	97,0	86,0	248,7	37,4	21,9	81,8	616,4
Fäces	117,2	32,8	26,5	15,5	11,8	13,1	22,4	21,6
% Verlust	10,6	33,8	30,8	6,2	31,6	59,8	37,4	3,5

Digitized by Google

Versuch 8. Tabelle A.

Versuchsperson J. In den zwei Tagen wurden gegessen 2000 g Brot (wie Versuch 6), 215 g Fett, 20 g Salz.

	% Trockensubstanz	Prozent in der Trockensubstanz						
		Stickstoffsubstanz	Albuminstoffe	Ätherextrakt	Asche	Zellulose	Pentosane	Rest
Brot . . .	58,5	10,6	8,8	1,3	2,0	2,4	9,0	74,7
Fäces . . .	18,0	23,8	20,6	8,1	8,0	12,8	21,8	25,5
	g Trockensubstanz	Gramm in der Trockensubstanz						
Brot . . .	1402,9	124,0	103,0	228,1	43,4	28,1	105,3	874,0
Fäces . . .	150,4	35,8	31,0	12,2	12,0	19,3	32,8	38,4
% Verlust .	10,7	28,9	30,1	5,4	27,6	68,7	31,1	4,4

Sowohl das Total- als das Albuminstickstoffprozent ist bei den Versuchen mit grobem Roggenbrot für diese drei Individuen ganz dasselbe, und dementsprechend findet man auch die Ausnutzung des Stickstoffs bei den drei Personen als nahezu ganz die gleiche.

Digitized by Google

Digitized by Google

Zur Biologie der Fäulnis.

Von

Dr. **Gottlieb Salus.**

(Aus dem Hygienischen Institut der deutschen Universität in Prag. Vorstand: Prof. Hueppe.)

(Mit Tafel I.)

Wer es unternimmt, einen jener Vorgänge in der Natur zu beobachten, welche auf die Zertrümmerung der leblosen organischen Materie gerichtet sind, der wird über die Fülle von Mikrobienarten erstaunen, welche anscheinend für diesen Zweck mobilisiert werden; von den pathologischen Prozessen her an weit einfachere Verhältnisse der Bakterienflora gewöhnt, wird er sich kaum des Eindruckes erwehren können, dafs es den Mikroorganismen weit leichter werde, den höher organisierten Wesen Krankheit und den Tod zu bringen, als nachher den des Lebens beraubten Körper in seine elementaren Bestandteile zu zerlegen und dadurch neuerdings dem Kreislaufe der Stoffe in der Natur zuzuführen.

Indessen ist diese Mannigfaltigkeit des Bakterienlebens nur für den ersten Anblick eine verschwenderische, bei näherem Zusehen erweist sie sich im Gegenteil als höchst ökonomisch. Die Flüssigkeit in einem Gefäfse, auf deren Grunde faulfähige Substanzen lagern, beginnt sich zuerst zu trüben, dann überzieht sie sich mit einem Häutchen; hernach beobachtet man das Aufsteigen übelriechender Gasblasen, und das eiweifshaltige Substrat fängt an, sich dunkler zu färben und sich allmählich aufzulösen. Das dauert eine Zeitlang, dann hören Gasbildung und übler Geruch auf, die Flüssigkeit wird wieder klarer, und am Boden bleibt ein

Digitized by Google

schwärzlicher Rückstand, welcher weiterer Zersetzung energisch trotzt. Die Fäulnis ist zum Abschlusse gekommen.

Diesen verschiedenen Stadien der Fäulnis entspricht auch ein wechselndes, ungemein mannigfaltiges Bild der Bakterienvegetation.

Zunächst gilt es, den Sauerstoff des Mediums zu absorbieren und dasselbe gegen die atmosphärische Luft abzuschliefsen; daher Trübung der Flüssigkeit und Häutchenbildung. Da die Überzahl der Bakterien des Sauerstoffs zum Leben bedarf oder ihn doch vorzieht, verwendet die Natur für diese vorbereitende Arbeit alle jene Aerobier, welche gerade im Substrate selbst oder in dessen Nähe vegetieren. Daher jene scheinbare Verschwendung an Bakterien, Vibrionen, Kokken und Sarcinenarten.

Ist einmal die Anaerobiose hergestellt, dann wachsen in der Flüssigkeit jene Arten, welche ohne Sauerstoff zu leben imstande sind, und jene, die ihn direkt scheuen. Letztere treten plötzlich auf, offenbar von wenigen Sporen stammend, die uns bis dahin wegen ihrer geringen Zahl unter den zahllosen anderen entgangen waren. Diese Sporen sind durch den Reiz der sauerstofffrei gewordenen Umgebung zu neuem Leben und üppiger vegetativer Vermehrung erwacht, sie beherrschen bald das Gesichtsfeld, sie sind die eigentlichen Zerstörer des Eiweifses. Wenn dann die Zersetzung des Substrates durch diese Bakterien soweit gediehen ist, dafs die übrig gebliebenen, immer noch hoch zusammengesetzten organischen Verbindungen ihrer Energie unüberwindlichen Widerstand leisten, und die Bakterien in einen Notzustand der Ernährung geraten, dann tritt wieder reichlichere Sporenbildung auf, und in bedürfnislosen Dauerformen warten die Mikroben auf bessere Zeiten.

[In unseren Versuchen waren regelmäfsig, wenn die äufseren Erscheinungen der Fäulnis abgelaufen waren, die lebhaft beweglichen Anaerobier zur Ruhe gekommen, zu grofsem Teile degeneriert und zerfallen (viele nahmen Farbstoffe schlecht an, zeigten Vakuolen oder zerfielen direkt in Bruchstücke). Dafür trat reichliche Sporulation auf. (Siehe Fig. 6.)]

Digitized by Google

Von wesentlicher Bedeutung für das Zustandekommen der Fäulnis ist also nur ein geringer Teil der in der Faulflüssigkeit enthaltenen Bakterien. Die Rolle der Aerobier ist nur eine vorbereitende, von den fakultativen Anaerobiern mögen manche auch, wohl nur in bescheidenem Maſse, an dem Zerstörungswerke Anteil nehmen, welches sie allein einzuleiten, aber nicht zu vollbringen imstande sind. Noch andere sind harmlose Schmarotzer, die sich dort niederlassen, wo sie den Tisch gedeckt finden. Es ist uns sonach nur ein kleiner Teil dieser Keime unentbehrlich, wenn wir experimentell Fäulnis erzielen wollen, ja es genügt die Reinzüchtung einer einzigen, wirklich saprogenen Art, um alle anderen eliminieren zu können. Nur müssen wir ihre Arbeit dadurch ersetzen, daſs wir künstlich anaerobe Verhältnisse herstellen. Lassen wir dann noch die die Fäulnis begünstigenden physikalischen Faktoren, namentlich Feuchtigkeit und Wärme einwirken, dann geht der Prozeſs ebenso, ja noch rascher vor sich, als früher unter den komplizierten biologischen Verhältnissen.

Die Fäulnis der Eiweiſskörper gehört auch in chemischer Hinsicht zu den kompliziertesten Vorgängen.

Nach Ablauf des Prozesses bleiben hoch zusammengesetzte Verbindungen zurück. Es kommt zwar auch zur Bildung von Ammoniak, mitunter von Nitriten, aber die Hauptmasse besteht aus verschiedenen höheren, stickstoffhaltigen Verbindungen als: Amidosäuren (Leucin, Tyrosin), aromatischen Körpern (Indol, Skatol, Phenol, Kresol, Oxysäuren etc.), flüchtigen Fettsäuren, namentlich Buttersäure und Valeriansäure. Von den genannten Produkten sind gewisse in einem Falle da, während sie in einem anderen fehlen; auch die Zusammensetzung des Gases ist eine inkonstante, so daſs manchen Autoren die Fäulnis chemisch nicht genügend scharf charakterisiert erscheint. Das kommt besonders bei Lehmann drastisch zum Ausdrucke, wenn er in seinem Lehrbuche sagt: »Da aber bei Zersetzungen verschiedener Nährböden die aufgezählten Stoffwechselprodukte in der Regel nur zum Teile und in ganz wechselnden Kombinationen gefunden

Digitized by Google

werden, so läfst sich die Fäulnis mit chemischen Mitteln kaum exakter definieren, als es mit den Sinnen möglich ist. Ich bin deshalb der Meinung, es sei am besten, den Ausdruck Fäulnis nur im ganz allgemeinen, laienhaften Sinne für jede stinkende Zersetzung von Eiweifskörpern zu verwenden.«

Indessen erscheint die Fäulnis durch ihre Produkte und die biologischen Vorgänge wenigstens hinlänglich charakterisiert, um sie scharf genug von einem anderen verwandten Zersetzungsprozesse, von der Verwesung zu trennen.

Es soll im weiteren stets nur von der typischen natürlichen Fäulnis die Rede sein, welche durch die Tätigkeit niederer Lebewesen bedingt ist; nicht von jenen zu ähnlichen Endprodukten führenden Eiweifsspaltungen, welche künstlich durch chemische Agentien erzeugt werden können. Trotz der gleichen Endprodukte sind sie nicht zur Fäulnis zu zählen. So werden »Proteinstoffe beim Sieden mit Natrium- oder Baryumhydroxydlösung zunächst zu Natrium- resp. Baryumalbuminaten, welche dann Leucin, Tyrosin, Ammoniak, Oxalsäure, Essigsäure, Kohlendioxyd und Wasserstoffsulfid liefern. Beim Schmelzen mit Alkalihydroxyden entsteht neben Leucin und Tyrosin auch Indol, Skatol, Ameisen- und Oxalsäure, Kohlendioxyd und Ammoniak.« (Schwanert.)

Wir können nun die natürliche typische Fäulnis definieren als die bei Luftabschlufs erfolgende, durch (anaerobe) Bakterien bedingte Zersetzung der Eiweifskörper und ihrer Verwandten, welche stets unter ihren Produkten auch hoch zusammengesetzte organische Verbindungen hinterläfst. Sie erfolgt unter Bildung von Gasen, die zum Teil übel riechen und endet mit dem Übrigbleiben beträchtlicher, resistenter Rückstände.

Handelt es sich bei der Fäulnis hauptsächlich um Reduktionsprozesse, so treten bei der Verwesung Oxydationsvorgänge in den Vordergrund. Sie ist die unter Luftzutritt erfolgende Zersetzung des Eiweifses und eiweifsartiger Substanzen, wobei einfache Verbindungen, wie Ammoniak, Wasser, Kohlensäure entstehen und nur ein geringer

Digitized by Google

mineralischer Rest zurückbleibt. Bei der Verwesung schwindet die organische Substanz, bei der Fäulnis bleibt sie zu grofsem Teile in verändertem Zustande zurück.

In der Natur gehen Verwesung und Fäulnis oft ineinander ohne scharfe Grenze über; so kann Verwesung durch Eindringen von Wasser und die dadurch bedingte Luftverdrängung sistiert und Fäulnis an ihrer Stelle eingeleitet werden, und umgekehrt.

Die hier gegebene Definition der Fäulnis ist keineswegs allgemein anerkannt worden, überhaupt herrscht über diese Begriffe nicht die wünschenswerte Klarheit. Auch hat dies ebenso interessante als schwierige Gebiet bisher auf die Bakteriologen noch wenig Anziehungskraft ausgeübt. So kommt es, dafs wir in den vier Jahrzehnten, seitdem Pasteur (1863) für die Bedeutung der Bakterien bei der Fäulnis im allgemeinen und der Anaerobier insbesondere eingetreten ist, nur um soviel weiter gekommen sind, dafs wir etwa sechs Arten sicherer Fäulniserreger kennen, alles obligate Anaerobier und dafs trotzdem an dem Anaerobencharakter der typischen Fäulnis noch vielfach gezweifelt wird.

Vor Pasteur herrschte die chemische Theorie von Gay-Lussac, nach welcher für die Fäulnis Lebewesen überflüssig und Sauerstoff unerläfslich sein sollte; Liebig sah in ihr eine durch die Oxydation angeregte, zur Zersetzung führende Molekularbewegung, welche sich auf andere zersetzbare Stoffe fortpflanze.

Pasteur dagegen zeigte, wie schon vor ihm z. T. Schwann, durch mannigfaltige Versuche, dafs abgekochte Substrate nie faulen, wenn man verhindert, dafs durch die Luft neue Erreger der Fäulnis hineingetragen werden. Es sind also Mikrobien unbedingt nötig. Aber der Sauerstoff ist nicht nur überflüssig, sondern es entstehen gerade die charakteristischen Produkte der Fäulnis nur bei Luftabschlufs. Er stellte also die geltende Lehre auf den Kopf, wenn er erklärte: »Il résulte . . ., que le contact de l'air n'est aucunement nécessaire au développement de la putrefaction. Bien au contraire, si l'oxygène dissous dans un liquide putrescible

Digitized by Google

n'était pas tout d'abord soustrait par l'action d'êtres spéciaux, la putréfaction n'aurait pas lieu. L'oxygène ferait périr les vibrions, qui tenteraient de se développer à l'origine.« Er unterschied also schon zwischen Aerobien und Anaerobien (vibrions); erstere wachsen an der Oberfläche der Flüssigkeiten, nehmen Sauerstoff auf und geben Kohlensäure ab. Haben sie sich zu einer dichten Membran entwickelt, dann können die Vibrionen, falls solche in dem Medium vorhanden sind, die Spaltung der Proteine vollziehen. Dabei gelangt die Zersetzung nur bis zu zusammengesetzten Verbindungen, die entweder bestehen bleiben oder bei günstigen Bedingungen durch die Aërobier weiter oxydiert werden. Also Wechsel von Fäulnis und Verwesung nach unseren heutigen Begriffen!

Haben auch unsere Kenntnisse von den Bakterien seither ungeahnte Fortschritte gemacht, sind die Vibrionen als Anaerobier und Fäulniserreger nicht mehr anerkannt und Monaden und Bacterien termo (Pasteurs Aerobier) aus der Nomenklatur verschwunden, das Wesentliche in seiner Auffassung der Fäulnis ist geblieben; wenn auch vielfach bis heute nur die erste These anerkannt wird: Keine Fäulnis ohne Mikroben, während die zweite bekämpft wird: die typische Fäulnis ist die Domäne der Anaerobier. Letzteres geschieht der Gruppe der Protei zuliebe.

Im Jahre 1885 wurde von Hauser diese Gruppe genau beschrieben und die Glieder derselben (Proteus vulgaris, mirabilis und Zenkeri) als die hauptsächlichsten Erreger der Fäulnis bezeichnet. Diese Mikrobien, welche in allen Faulflüssigkeiten zu finden sind und zweifellos einen sehr brauchbaren Indikator für Fäulnis abgeben, sollten dabei untereinander gewisse Verschiedenheiten zeigen, indem von einem Indol gebildet wird (Prot. vulg.), vom anderen (P. Zenkeri) nicht.

Die vielen sonst beschriebenen Aerobier sind als Erzeuger der Fäulnis, namentlich der Leichenfäulnis recht schwach fundiert, und man gibt sie leichten Herzens hin, aber von den Protei wird der Abschied schwer; sie stehen immer noch in ungeschwächtem Ansehen und sollen — sie sind fakultative Anaerobier — aerob

Digitized by Google

und anaerob Fäulnis bewirken. So erklärt Löffler (in »Das Wasser und die Mikroorganismen«): »Die Proteusarten sind die typischen Erreger der Fäulnis«, und selbst jene Autoren, welche — wie Flügge — anerkennen, dafs hauptsächlich Anaerobier in Betracht kommen, lassen den Protei ein Pförtchen offen.

Insbesondere hat Kuhn durch eine gröfsere Reihe eingehender Versuche den Beweis für diese Energie der Protei zu erbringen geglaubt, doch darf man wohl diese Beweise für nicht zulänglich erklären. So impft er auf frisches, steril unter allen Kautelen entnommenes Fleisch und auf gekochtes Fleisch von einem Faulgemisch ab und beide Proben zeigen graubraune Verfärbung und Verflüssigung; impft er dagegen auf dieselben Substrate Proteus vulg. resp. Zenkeri, so tritt nur auf dem frischen Fleische Zerfall ein, dagegen verzeichnet er bei dem gekochten Fleische nur braunen, resp. speckigen Belag. Das läfst wohl vermuten, dafs das gekochte Fleisch vor der Beimpfung mit den Proteï steril war, das frische Fleisch dagegen andere Fäulniskeime enthalten habe. Ist es doch hinlänglich bekannt, dafs es zu den schwierigsten Aufgaben gehört, bei denen man nie seines Erfolges sicher sein kann, Tieren, auch frisch getöteten, Organe oder Gewebe steril zu entnehmen.

Kuhn war es ferner aufgefallen, dafs Faulgemische aerob keinen so intensiven Gestank verbreiteten wie anaerob; er impfte also »steriles Hasenfleisch« mit Proteus und fand wieder, dafs die aerob gehaltene Probe nicht übelriechend war. Es kann dies jedoch nach seiner Meinung nicht an anaeroben Bakterien liegen, da er doch ein steriles Substrat und eine Proteusreinkultur verwendet, sondern der Sauerstoff der Luft führe durch eine chemische Einwirkung auf die Gase zu einer Milderung des Geruches. Es liegt wohl nach dem Gesagten weit näher, anzunehmen, dafs der Gestank in aerobem Fleisch ausblieb, weil dort die vorhandenen Anaerobier nicht gedeihen können. Übrigens gibt Kuhn zu, dafs es auch zweifellose Anaerobier gebe, welche typische Fäulnis erzeugen, nur spreche sein erwähnter Versuch dafür, »dafs zum Zustandekommen von heftigstem Gestank Anaerobe nicht nötig seien.« Eine Auffassung, die wir gerne

Digitized by Google

teilen, weil für uns Fäulnis und Gestank bei weitem nicht identische Begriffe sind, sonst müfsten alle Schwefelwasserstoffbildner — und deren Zahl ist keine geringe — Fäulniskeime sein.

Bemerkenswert und nicht zugunsten der Protei deutbar ist die Beobachtung Kuhns, dafs meist nach 30—50 Tagen die Protei aus den Gemischen verschwunden waren, ohne dafs nach dem Aussehen des Fleisches die Nährstoffe aufgezehrt sein konnten. »Es blieb dann nur der eine oder andere, keine Fäulnis erzeugende Pilz (in seinen Versuchen immer Sporen bildend) zurück, oder es wurden überhaupt keine Pilze mehr aus dem Gemische erhalten. (Auch in Anaerobkulturen?) Es möge hier die Beobachtung von Klein angeschlossen werden, der an Leichen das rasche Verschwinden von Proteus und Bact. coli aus den Bauchorganen (Leber, Milz) wahrnahm und schliefst, dafs diese beiden Mikroben kaum eine namhafte Rolle bei der Zersetzung dieser Organe spielen können — er reserviert ihnen aber die Schleimhäute.

Am frühesten fanden Pasteurs Lehren in die Landwirtschaft Eingang, wo es darauf ankommt, Nährstoffe für die Pflanzen aus den sich zersetzenden organischen Stoffen möglichst reichlich zu gewinnen. Einer der ersten und eifrigsten Verfechter der Lehre von der anaeroben Fäulnis war Ewald Wollny. Da bei der Aerobiose die organische Substanz aufgelöst wird und die mineralischen Bestandteile in einer dem Pflanzenwuchse zusagenden Form aufgeschlossen werden, während sich bei der Fäulnis die organischen Stoffe anhäufen und die mineralischen Bestandteile von ihnen umschlossen und unzugänglich werden, legt er das Hauptgewicht darauf, dafs ausgiebigste Verwesung der organischen Substanzen eintrete und studiert besonders die äufseren Bedingungen der Fäulnisverhinderung.

Die ersten anaeroben Bakterien, von denen nachgewiesen wurde, dafs sie Fäulnis bedingen, waren 1. der Bazillus des Rauschbrands, der Bacillus liquefaciens magnus und Bacillus spinosus Lüderitz. Als Produkte ihrer Tätigkeit auf Serumeiweifs stellte 1889 v. Neucki fest: Fettsäuren, Phenylpropionsäure, Hydroparacumarsäure, Skatolessigsäure. Als gas-

Digitized by Google

förmige Produkte ergaben die Untersuchungen desselben Autors mit Sieber: Wasserstoff, Kohlensäure, Schwefelwasserstoff, Methylmercaptan ($CH_3 \cdot SH$), ein nach faulem Kohl riechendes Gas, kein Methan. Bezüglich des Rauschbrandbazillus wurde von Bovet bei Verwendung von Eiweifs resp. Eigelb gefunden, dafs 81—86% der Gase aus Kohlensäure bestehen, der Rest ist Wasserstoff mit Spuren von Schwefelwasserstoff, Methan und Methylmercaptan.

2. Kerry untersuchte ebenfalls 1889 die durch Bacillus oedem. maligni bedingte Eiweifsfäulnis und fand: Fettsäuren, Leucin, Hydroparacumarsäure und ein übelriechendes Öl ($C_8H_{16}O_4$); von Gasen: Kohlensäure, Wasserstoff, anfangs auch Methan.

Die nächste Arbeit auf diesem Gebiete und wohl eine der verdienstvollsten ist die von Bienstock (1898). Er hatte selbst schon im Jahre 1884 einen aeroben Bazillus beschrieben, welcher Köpfchensporen bildete und Fibrin unter Bildung der charakteristischen Spaltungsprodukte zersetzte und diese selbst wieder in einfachere Verbindungen überführte. Dieser aerobe, aus dem Darme stammende Bacillus putrificus coli war von anderen Forschern nicht wieder gefunden worden, was den Autor veranlafste, die Versuche neuerdings aufzunehmen und eine grofse Reihe von Stoffen, von denen man erwarten konnte, dafs sie Fäulniskeime enthalten, wie Dünger, Strafsenkot, Fäces auf Fibrin zu impfen. Dort, wo das Fibrin zerfallen war, fand er regelmäfsig schlanke Bazillen, die Trommelschlegelsporen bildeten, und es gelang ihm nach zahlreichen und mühsamen Versuchen, diesen Bazillus, welcher eine enorme Widerstandsfähigkeit der Sporen gegen Hitze zeigt — er verträgt 80° durch 2 Stunden oder 3 Minuten langes Sieden, ohne Schaden zu nehmen — rein zu züchten und Fibrin durch ihn zur Auflösung zu bringen.

Diesen neuen Bacillus putrificus hält er für identisch mit dem von ihm 1884 beschriebenen Bacillus putrificus coli, nur erwies sich der Bacillus diesmal als Anaerobier. Seinen damaligen Irrtum erklärt Bienstock durch die damals noch mangelhafte Technik: »Es ist klar, dafs ich damals denselben Mikroben in der Hand hatte wie bei meinen jetzigen Fäulnisunter-

Digitized by Google

suchungen; aber es ist mir heute ebenso klar, dafs ich ihn nicht in Reinkultur, sondern in Mischkultur mit einem anderen aeroben und zwar indolbildenden Pilz hatte. Wenn ich aus meinem ... Fibrinjauche enthaltenden Gläschen auf Agar abimpfe, so gibt es natürlich Oberflächenwachstum, das stets Keime des Bacillus putrificus enthält, die sich unter der aeroben Bakteriendecke nicht nur miterhalten, sondern, in das Agar eindringend, sich auch weiter entwickeln. Diese Mischkultur, anscheinend aerob, läfst sich in vielen Generationen weiterzüchten und erregt, auf Fibrin verimpft, prompt Fäulnis derselben.«

Wir kennen heute übrigens die merkwürdige, biologisch noch der Erklärung harrende Tatsache, dafs obligate Anaerobier in Gesellschaft von Aeroben bei Luftzutritt zu wachsen vermögen, nach der Trennung von diesen ihren Genossen diese Fähigkeit aber wieder verlieren.

Bienstock untersuchte 22 aerobe resp. fakultativ anaerobe Bakterienarten, welche bisher zur Fäulnis in Beziehung gebracht wurden; sie erwiesen sich gegen Fibrin als gänzlich wirkungslos; ebenso von Anaeroben der Bacillus tetani, pseudooedem-Liborius, enteritidis sporogenes. Dagegen fand er die Befunde von v. Nencki und Kerry bezüglich des Rauschbrands und des malignen Odems bestätigt, und von clostridium foetidum Liborius stellte er als erster die Fäulnisprodukte fest. (Liborius sagt von seinem Bazillus, dafs die produzierten Gase einen höchst widerlichen Geruch haben und flüchtige Fettsäuren, namentlich Buttersäure, jedenfalls die vorherrschenden Bestandteile seien.)

Mit den Bakterien der Proteusgruppe konnte er keine Zersetzung des Fibrins erzielen. Impfte er aber seinen Bacillus putrificus zusammen mit Proteus vulgaris auf Fibrin, dann erwies sich der letztere an der Umsetzung beteiligt. Es trat nämlich unter den Spaltungsprodukten Indol auf, welches mit Bacillus putrificus allein niemals beobachtet wurde. Proteus vulgaris und Zenkeri wurden auch von mir auf Fibrin in mit mineralischer Nährlösung beschickte Reagenzgläser verimpft. Mit keinem von beiden konnte man, weder aerob noch anaerob Zerfall des Fibrins erzeugen. Ich kann also diese Resul-

Digitized by Google

tate Bienstocks durchaus bestätigen. Was jedoch die Mitwirkung des Proteus vulgaris in Form der Indolbildung betrifft, so war diese zu prüfen kein Anlafs, weil der von mir gezüchtete Köpfchensporenbazillus an sich schon, wie wir sehen werden, ein kräftiger Indolbildner war. Immerhin dürfte es auffallen, dafs von den Indolbildnern der eine (Proteus vulgaris) ein Förderer der Fäulnis sein soll, während der andere (Bacterium coli) sie doch hemmt. Überhaupt scheint es, dafs das blofse Auftreten von Indol oder Schwefelwasserstoff kein sicheres Zeichen wahrer Fäulnis ist, sonst müfste eine Peptonlösung, in welcher Bacterium coli wächst, als faulend bezeichnet werden. Auch sahen wir Bacterium coli aus koaguliertem Eiereiweifs und Fibrin intensiv Indol bilden — ohne Gasbildung und sichtbare Destruktion.

Die Spaltungsprodukte des Bacillus putrificus waren nach Analysen von Wallach: I. Gase: Schwefelwasserstoff, Ammoniak. II. Pepton, Aminbasen, Valerian- und Buttersäure, Leucin, Paraoxyphenylpropionsäure, einmal Tyrosin, kein Indol. Clostridium foetidum Liborius lieferte: Kohlensäure, Schwefelwasserstoff, Pepton, Aminbasen, Fettsäuren, Leucin, Paraoxyphenylpropionsäure, aromatische Körper.

Die Rolle der Protei bei der Fäulnis ist vorläufig eine zweifelhafte; für Fibrin wurde erwiesen, dafs es durch Protei nicht faulig zersetzt werden kann. Alle bisher sichergestellten saprogenen Bakterien sind Anaerobier und zwar obligate. Von dieser, den Anschauungen Pasteurs entsprechenden Regel bilden auch die beiden, von mir neuerdings gezüchteten, keine Ausnahme.

Das geringe Ausmafs unserer Kenntnis der saprogenen Mikroben liefs neue Untersuchungen wünschenswert erscheinen. Die Schwierigkeit derartiger Versuche — bei der Verwesung fand Bail die Verhältnisse der Bakterienflora ebenfalls äufserst

Digitized by Google

kompliziert — machen es dem Beobachter zur Pflicht, die Fragestellung möglichst eng zu fassen, sollen seine Versuche nicht schon von vornherein den Keim der Erfolglosigkeit in sich tragen.

Es sollte also ein einfaches Substrat, nicht ein Gemenge von verschiedenen Eiweifskörpern und eiweifsartigen Substanzen gewählt werden, ich nahm Fibrin, schon weil es bei den physiologischen Versuchen verwendet wurde und um des Vergleiches mit Bienstocks Versuchen halber. Anderseits sollte nicht mit den Reinkulturen der wenigen bekannten Fäulnisbakterien gearbeitet, sondern der Versuch gemacht werden, ob man, von einem Falle natürlicher Fäulnis ausgehend, die bereits bekannten oder nicht etwa neue Bakterien erhalten und durch Reinzüchtung und Prüfung ihrer Wirkungsweise unser diesbezügliches Wissen einigermafsen verbreitern und vertiefen könne.

Als ein solcher Fall natürlicher Fäulnis mufste nach geläufigen Anschauungen in erster Reihe die Darmfäulnis imponieren.

Freilich war es mir bei zahlreichen Fäcesuntersuchungen aufgefallen, dafs die grofse Zahl im Kote erscheinender Fleischfasern, welche oft auch noch intakte Querstreifung zeigen, oder oder wenn diese durch Andauung verwischt ist, an Farbe und Form erkenntlich sind, mit dem Begriffe der Darmfäulnis im Widerspruche steht, und der Umfang der letzteren normal kein allzugrofser sein könne, zumal auch die Mengen der zur Ausscheidung gelangenden Zersetzungsprodukte, namentlich der aromatischen Körper, eine recht geringe ist. Indes war die Annahme möglich, dafs vielleicht die Ingesta zu kurze Zeit im Darme weilen, um dort energisch zu faulen.

Es wurde eine grofse Zahl von Eprouvetten in der Kuppe mit zersetzbaren Substraten und darüber mit mineralischer Nährlösung beschickt. Als Substrat diente: gekochtes Fleisch, koaguliertes Serum, gekochtes Hühnereiweifs, Fibrin, Pankreas, letzteres, weil es sehr leicht der Zersetzung zugänglich sein soll. Die mineralische Nährlösung hatte, wie in allen weiteren Versuchen, folgende Zusammensetzung: Dikaliumphosphat 1,0, Asparagin 1,0, Magnesiumsulfat 0,25 auf 1 l Wasser, bis zu schwach alkalischer

Digitized by Google

Reaktion mit Natronlauge versetzt (oder auch kohlensaurer Kalk zugesetzt). Die Röhrchen wurden durch 4 Stunden im strömenden Wasserdampf sterilisiert und nach dem Erkalten mit Fäcespartikeln von Gesunden und leicht Darmkranken infiziert, welche eine bekannte, mannigfach variierte Kost erhalten hatten, teils aerob, teils anaerob gehalten, indem die Flüssigkeitsschicht niedrig oder hoch gewählt, event. ein Abschluſs durch Paraffinöl hergestellt ward. Ein Teil der Röhrchen blieb bei Zimmertemperatur, der gröſsere kam in den Brutschrank.

Der Effekt blieb noch hinter den Erwartungen weit zurück; es trat Häutchenbildung, hie und da ein leicht fäcaler Geruch auf, es löste sich mitunter das Serum allmählich auf, wie unter dem Einflusse der Staphylokokken, aber von einem wirklichen, fauligen Zerfall des Substrates war nirgends etwas zu sehen, obwohl die Röhrchen viele Monate lang bebrütet wurden.

Bei der mikroskopischen Untersuchung der Fäces konnte man fast immer einige wenige Köpfchensporenbazillen vorfinden; auch von Klein wurden sie in geringer Zahl im Darminhalt gefunden. Nothnagel und v. Jaksch heben das Vorkommen von Clostridien hervor, aber alle betonen die Spärlichkeit des Befundes. Ob alle diese Mikrobien obligate Anaerobier und Fäulniserreger sind, wissen wir nicht. Festgestellt ist nur, daſs morphologisch ähnliche Pilze bei der Leichenfäulnis tätig sind und daſs sie wahrscheinlich aus dem Darme in die Organe einwandern. Es ist daher zu vermuten, daſs sie im Darme neben den vielen fakultativ anaeroben Keimen nicht gut fortkommen (ebenso in unseren Versuchen mit den Fäces), daſs sie daher nach dem Tode in die Organe auswandern, günstigere Ernährungsverhältnisse finden und dort über die mitausgewanderten anderen Bakterien Herr werden. So beobachtete Klein bei seinen Untersuchungen an Leichen das rasche postmortale Verschwinden des Bact. coli und das Überwuchern eines Köpfchensporenbazillus. Bei einem unserer Versuche, in welchem von drei Leichen bei der Sektion entnommene Muskelstückchen in mineralischer Nährlösung durch 15 Minuten auf 70° erwärmt und hierauf anaerob

Digitized by Google

in den Thermostaten gebracht wurden, wuchsen noch keine der sporentragenden Fäulnisbakterien; es scheint also die Einwanderung dieser bis in die Muskeln einige Tage zu dauern, denn Klein konnte seinen Bacillus cadaveris sporogenes mit Leichtigkeit in Reinkulturen erhalten, wenn er von Leichen, welche 2—4 Wochen beerdigt waren, einen Tropfen der Aufschwemmung des Peritoneums oder der Milz in hohe Zuckergelatine oder Milch eingetragen und durch 10—15 Minuten auf 80° erwärmt und anaerob weiter gezüchtet hatte. Er bezeichnet ihn als den Haupterreger der anaeroben Leichenverwesung, was freilich eine contradictio in adjecto ist.

Übrigens wäre bezüglich der Köpfchensporenträger noch hervorzuheben, dafs solche Bazillen von Omelianski bei der Zellulosegärung gefunden wurden, und es möglich wäre, dafs auch im Darme solche vorkommen. Die bisherigen Analysen von Fäulnisgasen, die nachfolgenden eingeschlossen, stimmen darin überein, dafs meist — soweit darauf untersucht wurde — Methan teils gar nicht, teils nur in Spuren gefunden wurde, während in den Darmgasen der Methangehalt nur bei Milchkost ein geringer, sonst sehr hoch ist und sonach die Darmgase des Erwachsenen hauptsächlich von der Zersetzung der Zellulose herrühren könnten.

Nachdem so die Überzeugung gewonnen war, dafs man mit der Impfung von Stuhlproben nicht weiter komme — ähnlich scheint es Bienstock ergangen zu sein, der aber einen spezifischen Antagonismus der Colibazillen annimmt — wurde folgendes, einfache Verfahren angewandt, welches rasch zum Ziele führte:

Frisches, mit sterilisiertem Wasser mehrmals abgewaschenes Rindfleisch wurde in der Maschine zerschnitten und dann in eine Glasflasche mit breitem Halse festgestopft, so dafs etwa $^2/_3$ der Flasche gefüllt waren; dann wurde noch sterile Sodalösung aufgegossen, bis das Fleisch einige Zentimeter hoch bedeckt war, verschlossen und in den Brutschrank gestellt. Es trat zunächst Rotfärbung von Hämoglobin auf, nach 48 Stunden war erhebliche Gasbildung zu konstatieren und Schaum an der Oberfläche der

Digitized by Google

Flüssigkeit; die Flasche verbreitete widrigen Fettsäuregeruch. Mikroskopisch: Mannigfache Bakterien, Kokken, einige Sporen. Die Gasbildung nahm dann noch etwas zu, hielt sich aber in mäfsigen Grenzen, ein Herausdrängen des Pfropfens erfolgte nicht. Nach einigen Tagen liefs der Gestank nach, die Gasbildung sistierte, die Fäulnis war beendet unter Zurückbleiben ungemein reichlicher brauner und grauweifser Reste. Hernach wurde die Sodalösung abgegossen und erneuert, es blieb aber alle weitere Gasbildung und Fäulnis definitiv aus. Die Flüssigkeit bei beendeter Fäulnis enthielt Sporenhaufen, zerfallende Bazillen mit anhaftenden Trommelschlegel- oder Köpfchensporen und ebensolche Fäden neben anderen Bakterien. Fibrinproben, in mineralischer Nährlösung in Kolben damit beimpft, wurden unter Gasbildung, Gestank und Schwärzung zersetzt. Dann hörte Gasbildung und Gestank auf, es etablierte sich ein nicht unangenehmer Leimgeruch und die Flüssigkeit klärte sich und war leicht weingelb geworden.

Jetzt galt es, den Köpfchensporenbazillus zu isolieren. Es war zu vermuten, es liege der Bacillus putrificus vor; es war wohl schon aufgefallen, dafs unser Bazillus meist länger war als der putrificus, dafs er variable Länge und gekrümmte Formen zeigte, indes legte ich dem zunächst kein grofses Gewicht bei. Da der Bienstocksche Bazillus eine zweistündige Erwärmung auf 80° verträgt, mufste es ein Leichtes sein, ihn von allen anderen zu trennen, wohl auch von dem Besitzer jener ovalen Sporenhäufchen, welche im mikroskopischen Bilde aufgefallen waren.

Als nun Proben der Faulflüssigkeiten nach zweistündiger Erwärmung auf 80° zu aeroben und anaeroben Kulturen verarbeitet wurden, zeigte sich nirgends ein Wachstum, ebenso erging es bei einstündiger Erhitzung auf 80° und es drängte sich die Überzeugung auf, dafs sich dieser Bazillus mit dem Bacillus putrificus an Resistenz gegen Hitze bei weitem nicht messen könne. Die ersten Kolonien (von Anaeroben) bekam man zu Gesichte, als die durch $^1/_2$ Stunde auf 80° erwärmte Faulflüssigkeit verarbeitet wurde; in einigen Röhrchen mit hoch-

Digitized by Google

geschichtetem Agar sah man bei 37° nach 2—3 Tagen punktförmige Kolonien auftreten; wo sie nicht zu dicht beisammen lagen, nahmen sie allmählich bis zur Gröfse von 2 mm zu und zeigten ein moosartiges oder annähernd sternförmiges Wachstum, die Zacken liefsen unter dem Mikroskop keine feineren Ausstrahlungen erkennen. Die Kolonien kamen der Oberfläche des Agar nicht näher als bis auf 4—5 mm. Mikroskopisch fand sich aber nicht etwa der erwartete Köpfchensporenbazillus, sondern ein kurzes, plumperes Stäbchen, das sich durch die unter bauchiger Anschwellung des zentralen Teiles erfolgende Sporulation als ein Clostridium ergab. Bei weiteren, sehr zahlreichen Versuchen fiel zweimal eine tiefe, wolkige Kolonie auf, die aber von den sie umgebenden moosartigen nicht zu isolieren war. Offenbar waren einzelne Sporen des diese wolkigen Kolonien bildenden Bazillus besonders resistent gewesen. Es blieb also nur die Erwärmung durch kürzere Zeit übrig und da traten (80°—¼ Stunde) neben den Clostridium-Kolonien solche von exquisit anaerobem Wachstum auf, auch noch einzelne besonders resistente Fakultative, aber es gelang doch bei entsprechenden Verdünnungen abimpfbare Kolonien zu erhalten und auch den zweiten Bazillus, welcher Köpfchensporen bildet, rein zu züchten.

Beide Bazillen — Clostridium foetidum carnis und Bacillus saprogenes carnis — sind strenge Anaerobier, der Bazillus ist aber sogar als aerophob zu bezeichnen. Das Clostridium wächst zwar nie an der Oberfläche, kommt ihr aber in der Stichkultur recht nahe. Ich konnte auch beobachten, dafs in Röhrchen mit viel Bouillon, die aerob gehalten wurden, Clostridiumreinkultur am Boden wuchs und den unteren Teil der Bouillon trübte, während die obere Hälfte klar blieb. Der Bazillus zeigte niemals derartiges Verhalten.

Da es sich bei diesen Versuchen um Anlegen vieler Anaerobkulturen neben Aeroben und öfteres Nachsehen handelte, erschienen alle üblichen Methoden der anaeroben Züchtung, abgesehen von den vielen Zufällen, denen man bei ihrer Anwendung ausgesetzt ist, zu umständlich. Seinerzeit hatte ich mich bei

Digitized by Google

Züchtung von malignem Oedem der von Stan. Epstein in unserem Institut angegebenen Ringe mit Wasserstoffdurchleitung bedient, hier wäre auch dies Verfahren, da jede Platte gesondert armiert, mit Wasserstoff versehen und paraffiniert werden mufs, zu weitläufig gewesen. Ich griff daher zu einem der ältesten und einfachsten Verfahren, zu den Verdünnungen im hochgeschichteten Agar nach Hesse-Liborius. Der Agar wurde ausgekocht, bis alle Luft entfernt war, auf 55° abgekühlt und beimpft, hierauf einige Verdünnung angelegt und das Impfmaterial gut durch Heben, Senken und Drehen des Agarröhrchens verteilt. Man erreicht bald eine solche Fertigkeit, dafs man fast sicher ist, in der dritten Verdünnung wenige isolierbare Kolonien zu finden. Zum Isolieren wurden die Reagenzgläschen unter entsprechenden Kautelen zerschlagen, oder wenn es sich um zentrale Kolonien handelt, der Agar durch peripheres Erhitzen abgelöst, in eine sterile Schale ausgeschüttet und zerschnitten. Selbstverständlich nimmt man nur jene Gläschen zur Isolierung, bei denen man sich mit der Lupe überzeugt hat, dafs keine andersartigen Kolonien in nächster Nähe der zu isolierenden liegen. Die Kolonien können auch mit schwachen Vergröfserungen mikroskopiert werden. Bei der Kultur des malignen Oedems und auch der beiden hier zu beschreibenden Bakterien fiel die Kurzlebigkeit der Stichkulturen auf, die oft nach 14 Tagen nicht mehr überimpfbar sind. Lüderitz führt diesen Umstand auf das allmähliche Eindringen von Luft zurück; es wird zweckmäfsig sein, den Kulturen, welche zu späteren Abimpfungen aufgehoben werden sollen, einen den Zutritt der Luft verhindernden Abschlufs zu geben, etwa durch Aufgiefsen von Paraffinöl; aufserdem überimpfe man lieber öfter.

Ist der Agar nicht zu lange gekocht (zu vollständigem Auskochen bedarf es 1 Stunde), so sieht man, dafs manche Anaerobier toleranter sind und recht nahe der Oberfläche wachsen, dagegen andere, die besser als »aerophobe Anaerobier« bezeichnet würden, sich bis auf den Grund des Reagenzglases zurückziehen.

Digitized by Google

I. Bacillus saprogenes carnis.

(Tafel I, Fig. 4 u. 5.)

Er zeigt eine grofse Variabilität des Längendurchmessers von 1,5 bis ca. 8 μ, ist sehr oft leicht gekrümmt, bildet gern Fäden und Ketten; der schlanke Bazillus bildet endständige Sporen auf allen Nährböden, besonders bei 37°, doch auch in Gelatine bei Zimmertemperatur. Besonders reichlich ist die Sporenbildung in Bouillon und in der Faulflüssigkeit gegen Ende der Fäulnis, dann in Milch. Die Spore ist zunächst massiv, trommelschlegelförmig, dann zeigt sie alle Übergänge zur Köpfchenspore, oft mit noch anhaftenden Protoplasmafetzen, sie ist stark lichtbrechend. In Fäden liegen die (meist einzelnen oder) spärlichen Sporen entsprechend angereiht. Die leicht ovale Spore hängt schliefslich nur durch ein blasses Band, das sich schlecht färben läfst, mit dem Stäbchen zusammen, bis sie sich ganz ablöst.

Der Bazillus ist lebhaft beweglich, die Bewegung geradlinig oder wackelnd. Er färbt sich gut mit gewöhnlichen Farbstoffen, auch nach Gram. Kolonien mit hochgeschichtetem Agar wolkig, bräunlich, queroval oder rundlich, bis 4 mm breit, mit dichterem Zentrum, feiner Ausstrahlung von Fäden in der Peripherie. Aerophobes Wachstum der Kolonien, nur im untersten Drittel des Agar; verwendet man dunkleren Agar, dann hellt sich dies untere Drittel auf und kontrastiert so mit der übrigen Schicht. Im hohen Agarstich wächst er in Form eines breiten, längs der Ränder gewellten oder gefransten Bandes bis 3—5 mm von der Oberfläche; dabei tritt, besonders in Traubenzuckeragar Gasbildung auf, in letzterem oft so mächtig, dafs der ganze Nährboden in von Gasblasen durchsetzte Scheiben zerrissen wird, welche hoch hinauf getrieben werden. Im Gelatinestich wächst er meist im untersten Viertel raupenförmig mit einem stark hervortretenden Zentralfaden, der bei der sehr langsam (oft erst nach 8—10 Tagen) beginnenden Verflüssigung noch lange zu sehen ist, wenn die Verflüssigung die Wand der Eprouvette erreicht hat. Noch langsamer und nicht weitgehend ist das Fortschreiten der Verflüssigung nach oben. In hoher Gelatine wenig charakteristische, wolkige Kolonien. Alle Kulturen

Digitized by Google

zeigen penetrierenden Gestank. In Milch wächst er lebhaft, die Milch wird allmählich wäfsrig, die Rahmschicht klebt oben an den Wänden der Eprouvette, das Kaseingerinnsel liegt am Boden, die Kultur riecht intensiv nach Buttersäure, reagiert sauer.

In Bouillon langsames Wachstum, nach 24 Stunden noch keine Trübung, dann allmähliche Trübung der Bouillon, mit Bodensatzbildung. Der Bazillus ist für Mäuse und Meerschweinchen avirulent.

In der Faulflüssigkeit zu Ende der Fäulnis reichliche Sporenbildung und Zerfall der Stäbchen und Fäden; Zusatz der sterilisierten, ausgefaulten Flüssigkeit zu Nährböden verschlechtert dieselben für den Bazillus wohl durch schädigende Stoffe, jedenfalls ist ihr kein Nährwert mehr für den Bazillus eigen.

Der Bacillus saprogenes bildet mit einer Anzahl anderer, obligat anaerober Bazillen, welche Köpfchen- resp. Trommelschlegelsporen haben, und zur Fäulnis teils sicher, teils infolge ihrer Provenienz vermutlich in Beziehung stehen, eine Gruppe offenbar naher Verwandter. Es sind dies: Bacillus spinosus Lüderitz, Bacillus cadaveris sporogenes Klein, Bacillus putrificus coli Bienstock und vielleicht noch der von Tavel aus Abszessen bei Appendicitis gezüchtete, aber nur kurz beschriebene, auf Gelatine nicht wachsende Bacillus pseudotetanicus, welcher nicht auf die saprogene Fähigkeit untersucht wurde.

Bacillus tetani ist erwiesenermafsen kein Fäulniserreger, ist virulent, und seine Spore rund. Köpfchensporenbazillen aus Fleischinfus hat auch Sanfelice beschrieben, aber nicht auf Eiweifsfäulnis untersucht.

Die erstgenannten Bazillen zeigen insgesamt erhebliche Unterschiede von dem Bacillus saprogenes:

Der Bacillus spinosus, von Lüderitz in der Art erhalten, dafs er Mäuse oder Meerschweinchen mit Gartenerde impfte und dann die Bazillen aus dem subkutanen Gewebe mit anderen herauszüchtete (Klein meint, sie stammen aus dem Darme des Tieres und seien postmortal ausgewandert); seine Fähigkeit, Eiweifs zu zersetzen, ist 1889 durch Nencki und Sieber festgestellt.

Digitized by Google

Er ist der einzige unter den genannten Bazillen, der wie der Bacillus saprogenes eine Länge von 1,5—8 μ (gewöhnlich 3—8 μ) und neben geraden auch gekrümmte Formen zeigt. Auch die Art der Bewegung ist hier dieselbe wie bei meinem Bazillus: »purzelnd, wackelnd oder einfach geradlinig.« Ebenso »gibt die Stichkultur in Gelatine eine zierliche, etwa einer stacheligen Raupe gleichende Verflüssigung«. Dagegen fehlen ihm die Trommelschlegelformen der Köpfchenspore; die Sporen treten nur an den einzelnen Bazillen auf, nicht in den Fäden; ohne Zucker findet meist überhaupt kein Wachstum statt. Das Temperaturoptimum liegt bei 20°.

Am nächsten steht dem Bacillus saprogenes der Kleinsche Bacillus sporogenes in kultureller Hinsicht, er ist aber plumper, nicht so variabel in der Länge, im Mittel kürzer, zeigt keine gekrümmten Formen. Mein Bazillus verflüssigt auch die Gelatine langsamer und zeigt geringere Verästlung der Kolonien auf Agar, worauf ich aber kein so grofses Gewicht legen möchte. Auf seine saprogene Fähigkeit ist er leider nicht untersucht worden. Er wurde aus Leichen gezüchtet, in den Organen und Geweben reichlich vorgefunden.

Steifes zylindrisches Stäbchen, im Mittel 2—4 μ lang, von der Dicke der Oedembazillen; zeigt wackelnde Bewegung, wächst leicht zu Ketten und glatten, glänzenden Fäden aus. Bei Ketten und Fäden stehen die Sporen in einer Reihe, den Bazillen entsprechend. (Nach Klein ist die Trommelschlegelform das Material, in welchem und auf dessen Kosten sich die Spore bildet; die Endanschwellung ist nicht selbst Spore und sporenfrei, da sie das Erhitzen auf 80° nicht verträgt. Es ist aber wohl nichts Auffallendes, wenn die noch unausgereifte Spore, die »Sporenvorstufe« auch noch nicht die Resistenz der reifen Spore besitzt). Er ist nach Gram färbbar. Milchkultur ähnlich dem Saprogenes, Milch reagiert schwach alkalisch oder amphoter. Die Kolonien in Zuckergelatine körnig, mehr oder weniger verästelt.

Digitized by Google

Bacillus putrificus unterscheidet sich in folgenden Punkten vom Saprogenes: er ist nicht gekrümmt, 5—6 μ lang, ist mit einer enorm viel höheren Resistenz begabt (verträgt 80° durch 2 Stunden, Sieden durch 3 Minuten). »Die Stichkultur in alkalischer Traubenzuckergelatine zeigt bei hoher Zimmertemperatur nach 3—4 Tagen längs des Stiches, 3—4 mm unterhalb des Einstiches beginnend eine Anzahl stecknadelspitzgrofser, glitzernder Einzelkolonien.« In der oberen Hälfte der hohen Schicht bleiben die Kolonien in diesem Zustande, in der unteren Hälfte wandeln sie sich in trübe, flüssige Blasen um, die sich ausbreiten, konfluieren und von unten nach oben allmählich unter Gasbildung fast zur Gesamtverflüssigung der Gelatine führen. Agarkolonien nicht beschrieben. In Gelatine Sporen »selten oder gar nicht.« Bildet kein Indol.

Bezüglich kleinerer Differenzen in kultureller Hinsicht, z. B. Art und Schnelligkeit der Gelatineverflüssigung, mehr minder starke Verästelung der Kolonien darf man bei den Anaerobiern keinen allzustrengen Mafsstab anlegen, weil diese offenbar sehr zur Bildung von Varietäten neigen. So war es in einem Falle von malignem Oedem beim Menschen, den ich vor einigen Jahren beobachtete und dessen Kulturen im »Vereine Deutscher Ärzte« demonstriert wurden. Der Fall war auch deshalb interessant, weil er in Genesung ausging, schon klinisch diagnostiziert war und ohne Gasbildung einherging. Bei der Inzision einer den Vorderarm einnehmenden, auf den Oberarm übergreifenden Infiltration bei einem jungen Bergarbeiter fand man (Prim.-Ellbogen) keinen Eiter, kein Gas, nur eine tintenartige Flüssigkeit und ein grünliches, sulzig-infiltriertes Gewebe. Mit dem Gewebssafte injizierte Mäuse gehen an typischem malignen Oedem zugrunde. Die aus dem Tiere gezüchteten Kolonien auf Agarplatten rund, weifslich, zahnrädchenartig gezackt; im hohen Agarstich wächst der Bazillus mit breitem lappigen Besatz. Die Kulturen in Gelatine zeigen genau dasselbe Bild wie bei Penzo, nur viel später. Nach 6 Tagen sieht man eine wolkige, dreieckige Trübung in der Mitte des

Digitized by Google

Röhrchens, die Basis nach aufwärts, die abgerundete Spitze nach abwärts, am nächsten Tage ist der Konus höher geworden, verflüssigt, es schwimmen Flocken darin, leichte Gasbildung.

Also eine Reihe von kleinen Abweichungen vom normalen Typus bei spezifischer Virulenz.

II. Clostridium foetidum carnis.

(Tafel I, Fig. 1, 2 u. 3.)

Der zweite der aus der Faulflüssigkeit gezüchteten Bazillen ist ein kurzes, 2—4 μ langes Stäbchen, meist einzeln, selten in kurzen Ketten. Bei der Sporulation entsteht entweder eine bauchige Anschwellung in der Mitte oder eine keulenförmige am Ende, wenn sich die Spore näher zum Pol entwickelt; letztere Form ist minder zahlreich und hat mitunter einige Ähnlichkeit mit Köpfchensporen. Es wurden aber nie in den Faulflüssigkeiten von Clostridium Köpfchen- oder gar Trommelschlegelsporen gefunden und man würde in solchem Falle eher an eine Verunreinigung denken, als der Annahme Bienstocks beitreten, dafs die Bakterien unter dem Einflusse ihrer saprogenen Funktion imstande sind, eine andere als die ihnen sonst eigentümliche Form der Sporenbildung anzunehmen. Die Sporen sind ungemein stark lichtbrechend und ihr Leuchten aus der Mitte der rasch dahineilenden Clostridien macht das Bild im hängenden Tropfen zu einem besonders schönen. Sie sind breiter als die sporenfreien Bazillen. Besonders lebhaft ist die Sporulation in der Faulflüssigkeit am Ende der Fäulnis und in Bouillon; im ersteren Falle liegen die länglichen, ovalen Sporen meist in Häufchen beisammen. Milch wird ohne auffallenden Geruch koaguliert.

Der Bazillus ist anaerob, aber nicht aerophob. Er kommt in bandartigem, glattrandig begrenzten (aufser es bilden sich im Stich Einzelkolonien) hohen Agarstich der Oberfläche nahe (bis auf wenige Millimeter); in Bouillon reichliches anaerobes Wachstum, mäfsiges auch am Boden eines mit Bouillon höher gefüllten Reagenzglases, wobei die obere Schicht klar bleibt. Rascheres Wachstum als beim Bacillus saprogenes. Die Kolonien im hochgeschichteten Agar sind moosartig oder sternförmig, ohne feinere

Digitized by Google

Ausstrahlungen von den Zacken. Im Gelatinestich gläserbürstenförmig mit nach allen Seiten ausstrahlenden Borstenbüscheln, die obere Hälfte des Stichkanals leer. Langsame Verflüssigung, wobei die Verflüssigungszone ziemlich hoch hinaufrückt. In hoher Gelatineschicht räderartige, radiär gestrichelte Kolonien. Intensive Gasbildung in Zuckeragar, geringe mitunter in gewöhnlichem Agar, keine in Zuckergelatine. Penetranter Mifsgeruch geht von allen Kulturen aus. Fibrinfäulnis weniger energisch als beim Bacillus saprogenes. Keine Virulenz für Mäuse und Meerschweinchen. Dieser Bazillus ist nahe verwandt mit dem Clostrid. foet. Liborius, nur fehlt ihm die von Liborius angegebene bedeutende Variabilität der Länge, die rasche Verflüssigung der Gelatine und die Gasbildung in Zuckergelatine. Die Fäulnisprodukte stimmen überein bis auf die geringe Indolbildung bei unserem Bazillus, die jenem fehlt. Eine Vergleichskultur konnte leider nicht erhalten werden, Ausgangsmaterial bei Liborius nicht näher angegeben.

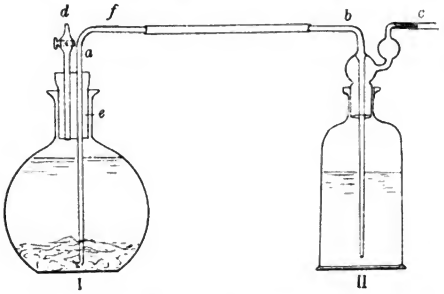
Nachdem so die Bazillen rein gezüchtet waren, blieb noch übrig, ihre Zersetzungsprodukte festzustellen; es sollte jeder von beiden allein und auch beide in Symbiose, wie sie im Ausgangsmaterial bestanden hatte, geprüft werden. Es schien besonders wünschenswert, das gebildete Gas genauer zu analysieren, weil man hoffen konnte, auf diesem Wege einen besseren Einblick in die Art der Zersetzung zu erhalten, als aus der — nach den vorliegenden Analysen wenig Abwechslung bietenden — Analyse der Flüssigkeit.

Kolben von $^1/_2$—1 l wurden mit mineralischer Nährlösung (Dikaliumphosphat 1, Asparagin 1, Magnesiumsulfat 0,25 auf 1 l Wasser, mit Natronlauge alkalisch gemacht) und 50—100 g Fibrin (Merck) beschickt und bis nahe zum Halse gefüllt.

Nebenstehende Zeichnung stellt den hierzu verwendeten Apparat vor, welchen Herr Prof. Bail seinerzeit für Gärungszwecke konstruiert hatte. Durch eine der beiden Öffnungen des Kautschukstöpsels (*e*) ist ein rechtwinklig gebogenes Rohr bis nahe zum Boden des Kolbens geführt; durch die zweite geht das mit Glashahn versehene Rohr (*d*) bis knapp zum unteren

Digitized by Google

Rande des Kautschukstöpsels. Der kürzere Schenkel (*f*) des Rohres steht durch einen 30 cm langen Schlauch mit dem kürzeren Schenkel (*b*) eines ebensolchen Rohres in Verbindung mit der Flasche II, welche noch ein kurzes Rohr (*c*) besitzt (beide Rohre können auch bei II mittels gewöhnlichem Kolben und doppelt durchbohrtem Kautschukstopfen adjustiert werden wie Rohr und Hahn bei I). II ist ebenfalls mit mineralischer Nährlösung zu zwei Dritteln gefüllt. Zum Sterilisieren wird der an einem Faden befestigte Hahn herausgehängt, samt dem Rohr



mit Watte umhüllt und der ganze Apparat ungetrennt durch 4 Stunden im strömenden Wasserdampf sterilisiert, dann erkalten gelassen, der Hahn, mit der Watte gefafst, eingesetzt, geöffnet. Jetzt wird von *c* aus Luft eingeblasen, die Flüssigkeit aus II nach I gedrängt und dort die Luft ausgetrieben, bis unter dem Stopfen (*e*) kein Luftbläschen mehr sichtbar ist und die Flüssigkeit oberhalb des Hahnes steht, der rasch geschlossen wird.

Einimpfen kann man entweder nach dem Sterilisieren durch das mit Hahn versehene Rohr in I oder durch rasches Lüften der Flasche II in diese vor dem Einblasen. Es empfiehlt sich, das Impfmaterial, in mineralischer Nährlösung verteilt, reichlicher zuzusetzen. Das Ganze kommt in den Thermostaten.

Es wurden nun mehrere derartige Apparate gleichzeitig beobachtet. Die Kolben, in welche Clostrid. foetid. allein oder

Digitized by Google

in Mischkultur mit Bacillus saprogenes geimpft war, zeigten schon nach 48 Stunden Gasbildung, der mit Bacillus saprogenes beimpfte erst nach 3 Tagen. Das entspricht auch den sonstigen Wachstumsverhältnissen beider. Während aber in den beiden ersten Kolben die Gasbildung eine mäfsige blieb (bei 50 g Fibrin ca. 200 ccm Gas) und bald sistierte, dauerte die Gasbildung des Bacillus saprogenes durch mehrere Tage stürmisch fort und erforderte mehrmalige Entnahme des Gases (in toto ca. 600 ccm Gas). Alle Apparate verbreiteten eine Zeitlang heftigen Gestank, besonders nach Schwefelwasserstoff; dabei wurde das durch das Sterilisieren gequollene, honiggelbe Fibrin allmählich schwarz, dann trat leimartiger Geruch ein, Klärung der Flüssigkeit, teerartiger Rückstand.

Gasanalyse.

Zur Gasanalyse wurde das Rohr oberhalb des Hahns mit Wasser gefüllt, ebenso ein ganz kurzes Stückchen Kautschukschlauch, das dem Rohr (d) aufgesetzt war, dieses mittels Kapillarrohr mit der Gasbürette verbunden. Bestimmt wurden durch Absorption: Schwefelwasserstoff, Ammoniak, Kohlensäure; der Wasserstoff durch Okklusion mit Palladium nach Hempel; der Gasrest wurde dann durch Explosionsversuch auf Methan geprüft. Die Zahlen sind auf 0° und 760 mm Hg reduziert.

I. Gasbildung durch Bacillus saprogenes carnis.

Entnommen nach 6 Tagen ccm Gas	davon waren				
	Schwefelwasserstoff	Ammoniak	Kohlensäure	H	Gasrest
53,1	0,55 = 1%	19,2 = **36,1%**	8,1 = **15,2%**	16,2 = **30,5%**	9 ccm = ca. 17% nicht explosibel
II. Clostr. foet. carnis.					
entnommen nach 6 Tagen 64	0,3 = **0,46%**	5,5 = **8,6%**	20,8 = **32,5%**	**0**	37,4 ccm = 58%.

Da es sich wiederholt ergab, dafs das Clostridium keinen Wasserstoff bildet, so geht daraus hervor, dafs jeder von beiden Bazillen in anderer Weise das Fibrin zersetzt, der eine, indem

Digitized by Google

er hauptsächlich Wasserstoff und Ammoniak, der andere, indem er vorwiegend Kohlensäure bildet. Der Bacillus saprogenes ist sonach ein weit energischerer Fäulnispilz, dem entspricht auch die dreimal gröfsere Gasmenge. Es war nun von Interesse zu beobachten, wie sich die Bazillen in Symbiose verhalten. Allein hier ergaben sich keine konstanten Resultate, indem einmal viel Wasserstoff, ein andermal keiner gebildet wurde, auch sonst die Zahlen variierten, bald nach der Seite des Clostridium, bald des Bazillus.

Im ganzen aber blieb der Eindruck, dafs in der Mischinfektion der Gesamterfolg der Fäulnis hinter der Wirksamkeit des kräftigeren Fäulniserregers allein weit zurückblieb.

Es war dies einer jener Fälle, von denen Hueppe sagt: »Bei der Fäulnis können sich verschiedenartige Mikroben an der Zersetzung desselben Materials beteiligen (Symbiose), oder die eine Art folgt auf die andere (Metabiose) und schliefslich treten diejenigen, welche den Endprozessen angepasst sind, in einen Gegensatz zueinander.

Chemische Analyse der Fäulnisprodukte.

I. Fäulnis durch Bacillus saprogenes carnis.

Das Resultat der Analyse zu verschiedenen Zeiten (vor und nach Ablauf der Fäulnis) ist das gleiche.

Die alkalische Flüssigkeit wird ohne anzusäuern destilliert, das äufserst übelriechende Destillat mit Salzsäure angesäuert, im Schütteltrichter mit Äther ausgeschüttelt, von der wässrigen Flüssigkeit getrennt, sodann mit dem gleichen Volumen Wasser und mit Natronlauge geschüttelt. Der Ätherextrakt wird abdestilliert [ein Teil mit Wasser destilliert, die ersten Tropfen aufgefangen, lösen sich in konzentrierter Salzsäure mit dunkelvioletter Farbe (Skatol)], das Destillat verdunsten gelassen, in Wasser gelöst, mit Schwefelsäure und einigen Tropfen Kaliumnitritlösung versetzt, schon in der Kälte, besonders aber bei Erwärmen schöne Nitrosoindolreaktion (Indol).

Digitized by Google

Die alkalische Lösung mit Salzsäure angesäuert, mit Natriumkarbonat bis zur neutralen Reaktion versetzt, vorsichtig mit Äther geschüttelt; der Ätherextrakt von der wäfsrigen Lösung getrennt, verdunstet, der Rückstand mit Wasser erhitzt, erkalten gelassen: mit Millons Reagens intensive Rotfärbung, mit Bromwasser grauweifser Niederschlag, mit Eisenchlorid schmutziggrünliche Verfärbung (Phenol, event. Kresol). Die mit Salzsäure angesäuerte wäfsrige (vom Äther getrennte) Lösung mit wenig Äther unter öfterem Lüften geschüttelt, Ätherextrakt abgetrennt, verdunstet, Geruch nach Buttersäure.

Der saure Destillationsrückstand wird eingedampft nach Alkalisieren mit Sodalösung und unter wiederholtem Zusatz derselben; nach Eindampfen zu Sirup mit mehrfachem Volum Alkohol gefällt, einige Stunden stehen gelassen, filtriert, Filtrat von Alkohol befreit, sein Rückstand in verdünnter Schwefelsäure gelöst, mit Chlorbaryumlösung ausgefällt, filtriert. Filtrat mit viel Salzsäure versetzt, mit Äther ausgeschüttelt. Die abgetrennte Ätherlösung auf dem Wasserbad eingedampft, das zurückbleibende Öl mit heifsem Wasser in einen Kolben gespritzt, ausgekocht, erkalten gelassen. Filtrat mit einigen Tropfen Salzsäure und verdünnter Eisenchloridlösung erwärmt, färbt sich schön hellkirschrot (Skatol-Karbonsäure); mit Millon Rotfärbung; Trübung und schwacher aber deutlicher Niederschlag mit Bromwasser (Oxysäuren). Ein Teil des seifenartigen Rückstandes nach Abdampfen des Alkohols wird mit Wasser aufgenommen, mit verdünnter Schwefelsäure im Überschufs versetzt und mit Äther extrahiert, Extrakt eingedampft und auskristallisieren gelassen; reichliche Leucinkugeln. Ein andrer Teil jenes Rückstandes mit ammonhaltigem Alkohol extrahiert, der Extrakt mit Schwefelsäure angesäuert, es kristallisieren lange Tyrosinnadelbüschel aus. Ammoniak in der ursprünglichen Flüssigkeit reichlich nachgewiesen.

Resultat: Indol, Skatol, Phenol, Buttersäure, Pepton, Skatolkarbonsäure, Oxysäuren, Ammoniak, Leucin, Tyrosin.

Digitized by Google

II. Fäulnis von Fibrin durch Clostridium foetidum carnis.

Resultat: Indol und Skatol in Spuren, fette Säuren, Pepton Skatolkarbonsäure, Oxysäuren, Leucin.

III. Symbiotische Fäulnis.

Resultat: Indol und Skatol in Spuren, fette Säuren, Pepton, Skatolkarbonsäure, Oxysäuren, Leucin.

Zu erwähnen ist noch, dafs die ausgefaulten Flüssigkeiten auf die Reinheit der Kultur geprüft wurden; ferner, dafs von den aus dem Fleische gezüchteten Aerobiern keiner Fibrin zersetzte.

Aus diesen Versuchen sind folgende Schlüsse zu ziehen:

1. Aus natürlicher, durch Herstellung günstiger Faktoren beschleunigter Fleischfäulnis wurden zwei Bazillen isoliert, und jeder rein gezüchtet, die beide obligate endospore Anaerobier sind; der eine bildet Köpfchensporen, Plectridium s. str. (Bacillus carnis saprogenes), der andere ist ein Clostridium (Clostridium carnis foetidum).
2. Jeder von beiden ist imstande für sich allein Fibrin unter Bildung charakteristischer Spaltungsprodukte in Fäulnis zu versetzen; nach Mafsgabe der gebildeten Gase greift jeder von ihnen an einer anderen Gruppe des Eiweifsmoleküls an. Der Bazillus saprogenes ist ein weit energischerer Fäulniserreger, er bildet viel mehr Gas und spaltet das Fibrin unter mächtiger Wasserstoff- und Ammoniakentwicklung; das Clostridium bildet als gasförmiges Hauptprodukt Kohlensäure. In der Symbiose ist die Art der Zersetzung wechselnd, meist aber bedeutet sie eine Hemmung des kräftigeren Fäulniserregers.

Digitized by Google

3. Methan wird nicht gebildet, der sich dem Geruchsinn aufdrängende Schwefelwasserstoff stellt nur einen geringfügigen Bruchteil der Gase vor.

4. Die beiden Bazillen bilden mit wenigen Verwandten, von denen sie aber deutliche Verschiedenheitenzeigen, zwei Gruppen von obligat anaeroben Bazillen, von denen teils erwiesen, teils zu vermuten ist, dafs sie Fäulnis erregen. Sie scheinen die gewöhnlichen Erreger der Leichen- und Kadaverfäulnis zu sein, kommen schon mit dem Körper in den Boden, können aber noch durch anaerobe Bodenbakterien vermehrt werden.

5. Die Fäces enthalten normalerweise keine gröfseren Mengen von fäulniserregenden, sporenbildenden Anaerobiern, die Vermehrung derselben erfolgt erst postmortal.

6. Keiner von unseren beiden Bazillen vermag von beliebigen Produkten der Fibrinfäulnis zu leben. Ihr Fortkommen in vegetativen Formen ist vielmehr am Ende des Fäulnisprozesses erschwert und es tritt daher lebhafte Sporenbildung ein.

7. Für die Proteusgruppe ist nicht erwiesen, dafs sie typische Eiweifsfäulnis bedingt, dagegen ist sicher gestellt, dafs sie Fibrin nicht zur Fäulnis bringt.

8. Nach unseren bisherigen Kenntnissen müssen wir die Annahme Pasteurs, dafs die Fäulnis nur durch Anaerobier bedingt ist, für das Fibrin wenigstens und die typische Fäulnis nicht nur annehmen, sondern sogar dahin verstärken, dafs bisher nur **obligate** Anaerobier bekannt sind, welche mit Sicherheit Fibrin faulig zersetzen.

Digitized by Google

Tabelle I.

Die bisher bekannten und die vermutlichen Fäulniserreger.

Name	Fäulnis geprüft von	Substrat	Produkte der Fäulnis	Provenienz
1. Bacillus spinosus Lüderitz	Nencki Nencki u. Sieber 1889	Serum-eiweifs (käuf-liches)	Fettsäuren, Phenylpro-pionsäure, Hydropara-cumarsäure, Skatolessig-säure, H, H_2S, CO_2, Methylmercaptan, kein Methan	Mit Garten-erde geimpfte Tiere (?)
2. Bac. lique-fac. magnus Lüderitz	Detto	Detto	Detto	dieselbe
3. Bacillus des Rauschbrands	Detto Bovet	Detto Eier-eiweifs	Detto 81—86% CO_2	Rein-kultur
4. Bacillus ödem. maligni	Kerry 1889	?	Fettsäuren, Leucin, Hydro-paracumarsäure, ein übel-riechendes Öl ($C_8H_{16}O_4$)	Rein-kultur
5. Bacillus putrificus Bienstock	Bienstock und Wallach 1898	Fibrin	Peptone, Aminbasen, Valerian- und Buttersäure, Leucin, Paraoxyphenyl-propionsäure, H_2S, NH_3	1 Jahr faulender Muskel
6. Clostrid. foetid. Liborius	Detto 1898	Fibrin	Peptone, Aminbasen, arom. Körper, Fettsäuren, Leucin, Paraoxyphenyl-propionsäure, H_2S, CO_2	Rein-kultur
7. Bacillus saprogenes carnis	—	Fibrin	Indol, Skatol, Phenol, Buttersäure, Pepton, Skatolkarbonsäure, Oxy-säuren, Ammonsalze, Leucin, Tyrosin, 30% H, 36% NH_3, CO_2, H_2S, kein Methan	Fleisch
8. Clostrid. foetid. carnis	—	Fibrin	Indol, Skatol in Spuren, fette Säuren, Pepton, Leucin, Skatolkarbon-säure, Oxysäuren, 8—9% NH_3, 32% CO_2, kein H, kein Methan, H_2S	Fleisch
9. Bac. cadav. sporog. Klein	vermutet	—	nicht bekannt	Kadaver

Digitized by Google

Tabelle II.

Unterschiede der Köpfchensporenbazillen.

	Morph.	Sporen	Bewegung	Agar	Gelatine	Produkte
1. Bacillus saprogenes	1,5—8 μ lang, schlank, oft gekrümmt	Trommelschlegel u. Köpfchen. Vertragen 80° 1/4 h	Wackelnd und gerade	Wolkige Kolonien mit mäßiger peripherer Ausstrahlung. Im Stich bandförmig mit gewellt. Rand	Raupenförmig verflüssigt, kein Gas mit Zucker	Indol und Skatol
2. Bacillus spinosus Lüderitz	Dasselbe	Nur Köpfchen —	Wie 1	Nur gut mit Zucker	Wie 1	Kein Indol
3. Bacillus cadaveris sporogen. Klein	2—4 μ steif, plumper	Wie 1	Wackelnd	Wie 1 ?	Rasche Verflüssigung	?
4. Bacillus putrificus Bienstock	5—6 μ nicht gekrümmt	Wie 1 80° 2 h	Wie 3	? Trüber, schlanker Kegel	Im Stichkanal glitzernde Kolonien, die sich in Blasen umwandeln Gas!	Kein Indol und Skatol
5. Bacillus pseudotetanicus Tavel	Wächst nicht auf Gelatine					

Literatur.

1. Bail, O., Versuche über die Verwesung pflanzlicher Stoffe. Centralbl. f. Bakteriol., 1902 (II), S. 193 ff.
2. Bienstock, O., Über die Bakterien der Fäces. Zeitschr. f. klin. Med., 1884, Bd. 37.
3. Derselbe, Untersuchungen über die Ätiologie der Eiweißfäulnis. Archiv f. Hygiene, Bd. 36, S. 336 ff.
4. Hauser, Über Fäulnisbakterien und deren Beziehungen zur Septikämie, Leipzig, 1885.

Digitized by Google

5. Hueppe, Handbuch der Hygiene, S. 90.
6. v. Jaksch, Klinische Diagnostik.
7. Kerry, Über die Zersetzung des Eiweifses durch die Bazillen des malignen Oedems. Sitzungsber. d. Akad. d. Wissensch., 1889.
8. Klein, Ein Beitrag zur Bakteriologie der Leichenfäulnis. Centralbl. f. Bakteriol., Bd. XXV.
9. Kuhn, Morphologische Beiträge zur Leichenfäulnis. Archiv f. Hygiene, XIII, 1891.
10. Lehmann und Neumann, Bakteriologische Diagnostik.
11. Liborius, Beiträge zur Kenntnis des Sauerstoffbedürfnisses der Bakterien. Zeitschr. f. Hygiene, I, S. 115.
12. Lüderitz, Zur Kenntnis der anaeroben Bakterien. Zeitschr. f. Hyg., V.
13. v. Nencki, Über die Zersetzung des Eiweifses durch anaerobe Bakterien. Sitzungsber. d. Kais. Akad. d. Wissensch., 1889, S. 397.
14. Nencki und Sieber, Zur Kenntnis der bei der Eiweifsgärung auftretenden Gase. Ebenda, S. 417.
15. Pasteur, Comptes rendus, 1863, S. 1189.
16. Tavel, Über den Pseudotetanusbazillus des Darmes. Centralbl. f. Bakt., Bd. XXIII, S. 538.
17. Wollny, Ewald, Die Zersetzung der organischen Stoffe und die Humusbildungen. Heidelberg, 1897.

Digitized by Google

Über Zusammensetzung und Preis von Fleischsorten und Wurstwaren.

Von

Dr. med. **Toyokichi Kita.**

(Aus dem Hygienischen Institut der Universität Leipzig.)

Zum Zwecke der Aufstellung einer sachgemäfsen Kostordnung in der städtischen Arbeitsanstalt zu Dresden wurde von A. Beythien[1]) eine gröfsere Anzahl Untersuchungen über die chemische Zusammensetzung verschiedener Fleischsorten ausgeführt. Zur Beschaffung einwandfreier Unterlagen wurde von der Direktion der städtischen Arbeitsanstalt die täglich vom Fleischer eingelieferten Fleischmengen möglichst sorgfältig in Muskelfleisch, Fettgewebe und Knochen zerlegt und der prozentische Anteil jedes Bestandteiles ermittelt. Allwöchentlich wurde dann ein kompaktes Stück Fleisch im Gewichte von 1 Kilo an das Untersuchungsamt abgegeben, hier soweit möglich, in Fettgewebe und Muskelfleisch getrennt, beide Bestandteile dann in einer Fleischschneidemaschine sorgfältig zerkleinert und jede Probe für sich analysiert. Es wurde so die Zusammensetzung des Muskelfleisches und des Fettgewebes von Rindfleisch, frischem Schweinefleisch, geräuchertem Schweinefleisch und von Schöpsfleisch gesondert ermittelt und aus diesen Werten durch Berechnung gefunden, wie viel Stickstoffsubstanz, wie viel Fett und wie viel Nährwerteinheiten 1 Kilo frisches Fleisch enthält.

1) Zeitschr. f. Untersuchung der Nahrungs- u. Genufsmittel, 1901, S. 1.

Digitized by Google

Auf diese Weise konnte Beythien durch ein reiches Untersuchungsmaterial nicht nur die Zusammensetzung, sondern auch den Geldwert des Fleisches feststellen, und zwar wie dasselbe in grofsen Einkaufstücken und unter ständiger Kontrolle der Verwaltung von den Fleischern an die städtische Arbeitsanstalt für etwa 3—400 Insassen geliefert wird.

Die Ernährung der ärmeren Bevölkerung einer Stadt erfolgt in der Hauptsache durch Pflanzenkost, wobei Brot, Kartoffeln und Gemüse die Hauptrolle spielen. Animalische Nahrungsmittel, die bei einer solchen Ernährung besondere Vorteile durch die Möglichkeit der Zufuhr einer gröfseren Menge leicht verdaulichen tierischen Eiweifses und einer ergiebigen Fettzufuhr bieten, können von der ärmeren Bevölkerung naturgemäfs nur in kleineren Mengen gekauft werden. Bei dem Einkauf von Fleisch und Fleischwaren seitens der ärmeren Bevölkerung werden deshalb in der Regel nur ganz kleine Quantitäten vielfach nur im Gewichte von 1 Pfund oder $^1/_2$ Pfund Ware bezogen. Ein solcher Kleineinkauf im Fleischerladen hat gegenüber den grofsen Lieferungen an Anstalten eine Reihe von Nachteilen zur Folge, die sich besonders darin ausdrücken werden, dafs geringere Qualitäten und weniger vorteilhafte Mischungen von animalischem Eiweifs und Fett bei gröfserem Anteil von nicht efsbaren Sehnenstücken und Knochen abgegeben werden. Es erschien mir deshalb von Interesse, festzustellen, welche Mengen tierischen Eiweifses und Fett bei dem Kleineinkauf von den Fleischern tatsächlich geliefert werden.

Zu diesem Zwecke wurden in den verschiedenen Stadtgebieten von Leipzig und insbesondere in den Vororten, woselbst hauptsächlich die Arbeiterbevölkerung wohnt, in der ortsüblichen Weise durch zuverlässige Personen Fleisch, wie auch Fleischwaren in Mengen von etwa $^1/_2$ Pfund, gekauft und zur Untersuchung gebracht.

Da die Arbeit rein praktische Ziele verfolgte und deshalb sehr zahlreiche Einzelanalysen ausgeführt werden mufsten, war eine Vereinfachung des Untersuchungsverfahrens wünschenswert, welches jedoch erlaubte, dafs jedenfalls ein nur in engen Fehlergrenzen sich bewegendes Analysenresultat gefunden werden konnte.

Digitized by Google

Die in das Institut eingegangenen Fleischproben wurden sofort nach Feststellung ihres Gesamtgewichtes in der Weise behandelt, dafs der nicht efsbare, aus festem Sehnengewebe und Knochen bestehende Teil abgetrennt bzw. sorgfältig herausgeschnitten wurde und für sich zur Wägung kam. Der übrige, für die Ernährung allein in Betracht kommende efsbare Teil wurde mit allem Eiweifs und daran haftendem Fettgewebe durch eine kleine Fleischschneidemaschine getrieben und in eine homogene Masse verwandelt.

Wie ich in meiner Arbeit »Über die Fettbestimmung in Fleisch und Fleischwaren mittels des Gerberschen Azid-Butyrometers«[1]) gezeigt habe, ist eine wenigstens 5—7malige Durcharbeitung des Fleisches notwendig, um bei Teilabwiegung von 2,5—5,0 g der Mischung eine völlig gleichmäfsig zusammengesetzte Masse zu erhalten. Von dem frischen Fleischbrei wurden dann sofort je nach dem äufserlich abschätzbaren Fettgehalte Quantitäten von 2,5 bzw. 5,0 g frischer Substanz genau abgewogen und der Fettgehalt der eingekauften Fleischprobe in Kontrollbestimmung nach dem von mir angegebenen Verfahren im Acid-Butyrometer bestimmt.

Eine weitere Teilprobe des frischen Fleischbreies im Gewichte von 50 g diente zur Bestimmung des Wassergehaltes, durch Trocknen bei 100° C bis zum konstanten Gewicht.

Von einer Bestimmung des Aschengehalts wurde abgesehen, da die Salzmenge des frischen Fleisches bekanntlich aufserordentlich gleichmäfsig ist, und sich auch bei gröfseren Schwankungen des Fettgehaltes nur in engen Grenzen von 0,8—1,2 % Asche bewegt.

Die Differenz des im frischen Fleische gefundenen Fettes von der Trockensubstanz ergibt somit den Eiweifsgehalt und den Aschegehalt des Fleisches, wobei letzterer stets einen sehr konstanten Wert von ca. 1 % Aschebestandteilen darstellt.

Die Vornahme einer eigenen Aschebestimmung würde sehr viel mehr Arbeit erfordert haben, ohne einen wesentlichen

1) Über die Fettbestimmung in Fleisch- und Wurstwaren mittels des Gerberschen Azid-Butyrometers. Archiv f. Hygiene, Bd. 51. 1904, S. 171.

Digitized by Google

Gewinn zur Beurteilung des Nährwertes des Fleisches an Eiweifssubstanzen gegeben zu haben.

Das von mir eingeschlagene vereinfachte Untersuchungsverfahren gewährte den Vorteil, eine sehr grofse Anzahl von Einzelanalysen auszuführen, und zwar in den genauen Grenzwerten, wie sie zur Feststellung und zur praktischen Beurteilung der Zusammensetzung des Fleisches und dessen Nährwert erforderlich ist.

I. Rindfleisch.

Je nach den Körperteilen, ob Bruststück, Rippe oder Keule, bietet das Fleisch ungleiche Qualitäten, die sich auch mehr oder weniger im geforderten Preise ausdrücken:

In der nachstehenden Tabelle sind die Untersuchungsergebnisse des Rindfleisches getrennt nach dem Körperteil geschieden, wobei der Preis und die für ihn erhaltene Gesamtmenge des rohen Fleisches, sowie des in ihm vorhandenen nicht efsbaren und efsbaren Teiles angegeben ist.

Für den efsbaren Teil ist ferner die Prozentmenge der Trockensubstanz, die Menge von Eiweifs inkl. Salzen und Extraktivstoffen und die Menge Fett angegeben, wobei zur Erleichterung der Übersicht und für die praktische Beurteilung als vollkommen ausreichend die durch die Analyse gefundenen Bruchteile auf die vollen Prozentwerte abgerundet wurden.

Tabelle I.

Zusammensetzung von Rindfleisch.

Fleisch Bd. Nr.	Fleischsorten	Preis pro ½ Pfd Pf.	Gesamtgewicht g	unefsb. Teile absol. g	unefsb. Teile %	efsbare Teile absolut g	in 100 g frisch. efsb. Teile: Trockensubstanz g	Eiweifs m. Salze etc. g	Fett g
1	Brust	35	250	34	14	216	37	17	20
2	»	35	253	69	27	184	55	25	30
3	»	30	255	45	18	210	50	23	27
4	»	35	262	69	26	193	52	23	29
5	»	35	264	21	8	243	60	24	36
6	»	35	286	31	11	255	50	26	24
7	»	35	292	34	12	258	45	21	23
	Mittel	34	266	43	16	228	50	23	27

Digitized by Google

Fleisch Tfl. Nr.	Fleischsorten	Preis pro ½ Pfd. Pf.	Gesamtgewicht g	unefsb. Teile absol. g	unefsb. Teile %	efsbare Teile absolut g	in 100 g frisch. efsb. Teile Trockensubstanz g	in 100 g frisch. efsb. Teile Eiweifsm. Salze etc. g	in 100 g frisch. efsb. Teile Fett g
1	Rippe	35	249	50	20	199	59	31	28
2	»	35	250	18	7	232	51	25	26
3	»	35	250	40	16	210	56	24	32
4	»	40	254	73	29	181	77	28	49
5	»	35	262	27	10	235	45	—	—
6	»	35	267	36	14	231	55	27	28
7	»	35	270	25	9	245	75	28	47
8	»	35	280	12	7	268	60	27	33
9	»	35	280	63	23	217	60	28	32
10	»	35	281	94	34	187	73	22	51
11	»	35	295	69	23	226	63	18	45
12	»	35	310	16	5	294	67	30	37
	Mittel	35	271	42	15	229	63	26	37
1	Keule	45	241	0	0	241	30	27	3
2	»	40	249	0	0	249	32	23	9
3	»	40	253	0	0	253	29	25	4
4	»	40	256	0	0	256	35	24	11
5	»	50	257	0	0	257	25	23	2
6	»	45	261	0	0	261	32	24	8
7	»	38	269	59	22	210	40	24	16
8	»	45	273	0	0	273	30	25	5
9	»	38	276	49	18	227	32	22	10
10	»	40	294	0	0	294	34	24	10
11	»	50	307	0	0	307	32	22	10
	Mittel	43	273	10	4	263	32	24	8
1	Bug	40	229	0	0	229	29	23	6
2	»	45	254	0	0	254	28	23	5
3	»	60	260	0	0	260	28	21	7
4	»	45	265	0	0	265	30	23	7
5	»	45	270	0	0	276	43	24	19
	Mittel	47	257	0	0	257	32	23	9
1	Lende	80	210	0	0	210	32	21	11
2	»	80	250	0	0	250	33	25	8
3	»	80	254	0	0	254	26	22	4
4	»	80	264	0	0	264	25	24	1
5	»	80	268	0	0	268	29	22	7
	Mittel	80	249	0	0	249	29	23	6

Digitized by Google

Die Tabelle lehrt, dafs die Fleischer bei Abgabe von Fleisch nur aufserordentlich selten eine untergewichtige Menge liefern, dafs sie vielmehr in der Regel ein höheres Gewicht abgeben als verlangt wird.

Diese günstigen Einkaufswerte ändern sich jedoch sofort, wenn man die Menge des nicht efsbaren Teiles berücksichtigt. In einzelnen Fällen beträgt die Menge des nicht efsbaren Teiles ein Viertel bis ein Drittel des gekauften Fleischstückes, so dafs der dem Käufer allein zugute kommende efsbare Teil auf einen geringen Wert heruntergedrückt wird.

Die Stücke des Brustteiles und der Rippen werden regelmäfsig von den Fleischern als Kochfleisch abgegeben und enthalten dann auch jederzeit anhängende Knochenstücke.

Beim Einkauf von Keule wurde regelmäfsig von den Fleischern gefragt, ob die verlangte kleine Portion Keule als Kochfleisch oder Bratfleisch dienen soll. Im letzteren Falle wurde das Fleischstück von den hiesigen Fleischern jederzeit ohne Knochen abgegeben, aber zu einem höheren Preise als bei Kochfleisch.

Im Rippenstück findet sich prozentisch regelmäfsig die gröfste Menge von Fettgewebe, wobei auch der Gehalt an Trockensubstanz, wie an Eiweifs inkl. Salzen und Extraktivstoffen am höchsten ist.

Die Keule wie auch die Lende gehören prozentisch zu den fettärmsten Teilen, ohne dafs hierbei die vorhandene Menge von Eiweifs gegenüber dem Brust- und Rippenstück erheblich vermehrt ist.

Die Frage, welche Fleischsorte den vorteilhaftesten Kauf bietet, läfst sich aus der vorstehenden Tabelle naturgemäfs nicht ersehen, da die wechselnden Preise und die schwankenden Gewichtsmengen einen zutreffenden und übersichtlichen Vergleich unmöglich machen.

Für den Käufer und insbesondere wenn er den ärmeren Bevölkerungskreisen angehört, ist aber die Entscheidung der Frage von Bedeutung, welche Menge Nährstoffe er für einen bestimmten Einheitspreis bekommt.

Digitized by Google

Ich habe deshalb in der folgenden Tabelle II eine Zusammenstellung darüber gemacht, welche Mengen Nährstoffe in Form des Gesamtstückes des eingekauften Rindfleisches wie auch als efsbarer Teil mit der in ihm vorhandenen Trockensubstanz und Fettmenge für 1 Mark an den Konsumenten abgegeben wurden.

Tabelle II.

Nährstoffmengen im Rindfleisch für 1 Mark.

Fleisch lfd. Nr.	Fleischsorten	Gesamtgewicht	Unefsbare Teile	Efsbare Teile			
				frisch	Trockensubstanz	Eiweifs m. Salze etc.	Fett
		g	g	g	g	g	g
1	Brust	714	97	617	228	105	123
2	»	723	197	526	289	131	158
3	»	850	150	700	350	161	189
4	»	749	197	552	287	127	160
5	»	754	60	694	416	166	250
6	»	817	88	728	364	189	175
7	»	834	97	737	332	163	169
	Mittel	777	126	650	324	149	175
1	Rippe	711	143	568	335	176	159
2	»	714	52	663	338	166	172
3	»	714	114	600	336	144	192
4	»	635	182	452	348	127	221
5	»	748	77	671	302	—	—
6	»	763	103	660	363	178	185
7	»	771	71	700	525	196	329
8	»	800	34	765	459	207	252
9	»	800	180	620	372	174	198
10	»	803	268	534	390	118	272
11	»	843	197	646	407	116	291
12	»	886	46	840	563	252	311
	Mittel	766	122	643	395	180	215
1	Keule	535	0	535	160	144	16
2	»	622	0	622	199	139	60
3	»	632	0	632	183	158	25
4	»	640	0	640	224	154	70
5	»	514	0	514	128	118	10
6	»	580	0	580	186	140	46
7	»	708	155	553	221	133	88
8	»	607	0	607	182	152	30
9	»	726	129	597	191	131	60
10	»	735	0	735	250	177	73
11	»	614	0	614	196	135	61
	Mittel	628	26	605	193	144	49

Digitized by Google

Fleisch lfd. Nr.	Fleischsorten	Gesamtgewicht g	Unefsbare Teile g	Efsbare Teile			
				frisch g	Trockensubstanz g	Eiweifs m. Salze etc. g	Fett g
1	Bug	573	0	572	166	132	34
2	»	564	0	564	158	130	28
3	»	433	0	433	121	91	30
4	»	589	0	589	177	136	41
5	»	600	0	613	264	148	116
	Mittel	552	0	554	177	127	50
1	Lende	262	0	262	84	55	29
2	»	312	0	312	103	78	25
3	»	317	0	317	82	69	13
4	»	331	0	330	82	79	3
5	»	335	0	335	97	74	23
	Mittel	311	0	311	90	72	19

Die Tabelle lehrt also, dafs für denselben Einkaufspreis von 1 Mark aufserordentlich ungleiche Nährstoffmengen bezogen werden, sofern man den tatsächlich in Frage kommenden efsbaren Teil der Ware berücksichtigt. Die Schwankungen bewegen sich für die Gesamtmenge, wie für die einzelnen Nährstoffe des efsbaren Teiles, vielfach um mehr als das Doppelte, so dafs ein Käufer für 1 Mark beim Bruststück 213 g efsbare Trockensubstanz empfängt, während er ein anderes Mal für denselben Preis 451 g Trockensubstanz erhält.

Wie die Mittelwerte zeigen, ist es bei Einkauf von kleinen Portionen am vorteilhaftesten, Rippenstück zu nehmen, da in dieser Form nicht nur die gröfste Menge an Trockensubstanz im efsbaren Teil, sondern auch neben der reichlichen Menge von Eiweifs die gröfste Menge von Fett, welches gerade bei der Ernährung des Arbeiters eine grofse Bedeutung hat, erhalten wird.

II. Schweinefleisch.

Bei der Feststellung des nicht efsbaren Teiles im Schweinefleische wurde aufser der Abtrennung von Knochen und derben Sehnen auch die äufsere, in einzelnen Fällen gelieferte Haut sorgfältig vom anhaftenden Fett befreit und als nicht efsbarer Teil in Rechnung gebracht.

Digitized by Google

Die vom Fleischer als Bratfleisch abgegebene Lende und Keule wurde beim Kleineinkauf stets ohne Knochen und ohne Haut, aber zu einem höheren Preise, geliefert.

Tabelle III.

Zusammensetzung von Schweinefleisch.

Fleisch lfd. Nr.	Fleisch-sorten	Preis pro 1/2 Pfd. Pf.	Gesamt-gewicht g	Unefsb. Teile absol. g	Unefsb. Teile %	Efsbare Teile g	In 100 g frisch efsb. Teile: Trocken-substanz g	Eiweifs m. Salze etc. g	Fett g
1	Bauch	30	260	37	14	223	71	21	50
2	»	40	265	21	8	244	66	19	47
3	»	35	267	33	12	233	70	18	52
4	»	30	282	64	24	218	74	14	60
	Mittel	34	268	38	15	230	70	18	52
1	Rücken	35	261	60	23	201	55	25	30
2	»	35	265	44	17	221	48	24	24
3	»	40	265	0	0	265	52	20	32
4	»	35	270	52	20	217	54	20	34
5	»	35	305	21	7	284	64	24	40
6	»	40	307	38	12	269	58	23	35
	Mittel	37	279	36	13	243	55	23	32
1	Rippe	30	262	47	18	215	68	15	53
2	Kamm	35	265	41	16	224	53	33	20
3	»	45	265	0	0	265	68	33	35
4	»	40	272	33	12	239	62	31	31
5	Rippe	45	330	62	19	268	45	24	21
	Mittel	39	279	37	13	242	59	27	32
1	Keule	45	240	0	0	240	36	23	13
2	»	45	241	0	0	241	48	24	24
3	»	50	255	0	0	255	47	24	23
4	»	45	260	0	0	260	49	37	12
5	»	60	265	0	0	265	30	22	8
	Mittel	49	255	0	0	255	42	26	16
1	Lende	50	240	0	0	240	46	24	22
2	»	45	253	0	0	253	35	25	10
3	»	50	256	0	0	256	39	26	13
4	»	45	278	0	0	278	61	25	36
5	»	50	279	0	0	279	36	18	18
	Mittel	48	261	0	0	261	44	24	20

Digitized by Google

Der Einkauf von Schweinefleisch ist, wie man aus vorstehender Tabelle erkennt, bereits aus dem Grunde vorteilhaft, weil die Menge des efsbaren Teiles erheblich gröfser als bei Rindfleisch ist.

Das Fleisch der einzelnen Körperteile zeigt beim Schwein dieselben erheblichen Schwankungen in der prozentischen Zusammensetzung, wie dies bei Rindfleisch der Fall ist.

Die nachstehende Tabelle gibt die Nährstoffmengen an, welche bei Schweinefleisch für 1 Mark erhalten wurden.

Tabelle IV.

Nährstoffmengen im Schweinefleisch für 1 Mark.

Fleisch lfd. Nr.	Fleischsorten	Gesamtgewicht	Unefsbare Teile	Efsbare Teile			
				frisch	Trockensubstanz	Eiweifs m. Salze etc.	Fett
		g	g	g	g	g	g
1	Bauch	867	123	743	527	156	371
2	»	662	52	610	403	116	287
3	»	763	94	666	466	120	346
4	»	940	213	726	537	101	436
	Mittel	808	120	686	483	123	360
1	Rücken	746	171	574	316	144	172
2	»	757	126	631	303	152	151
3	»	662	—	662	344	132	212
4	»	771	148	620	335	124	211
5	»	871	60	811	519	195	324
6	»	767	95	672	390	155	235
	Mittel	762	100	662	368	151	217
1	Rippe	873	156	717	487	107	380
2	Kamm	757	117	640	339	211	128
3	Kamm	589	—	589	400	194	206
4	»	680	82	597	370	185	185
5	Rippe	733	138	595	268	143	125
	Mittel	726	99	628	373	168	205
1	Keule	533	0	533	192	143	69
2	»	535	0	535	257	129	128
3	»	510	0	510	240	123	117
4	»	578	0	578	283	214	69
5	»	442	0	442	133	98	35
	Mittel	520	0	520	221	137	84

Digitized by Google

Fleisch lfd. Nr.	Fleisch-sorten	Gesamt-gewicht g	Unefs-bare Teile g	Efsbare Teile			
				frisch g	Trocken-substanz g	Eiweifs m. Salze etc. g	Fett g
1	Lende	480	0	480	221	115	106
2	»	562	0	562	197	141	56
3	»	512	0	512	200	134	66
4	»	618	0	618	377	155	222
5	»	558	0	558	201	101	100
	Mittel	546	0	546	239	129	110

Die Menge Nährstoffe, welche also für 1 Mark in Form von Schweinefleisch erhalten werden, zeigen nach den einzelnen Körperstellen des Tieres grofse Unterschiede. Die Eiweifsmenge mit Salzen und Extraktivstoffen bleibt ziemlich gleich; die grofsen Schwankungen ergeben sich vorwiegend durch den ungleich hohen Fettgehalt der Körperteile, bei welchen das Bauchfleisch nahezu 3 mal so fettreich ist als sein Eiweifsgehalt.

III. Kalbfleisch.

Von Kalbfleisch wurden nur 10 Proben, abstammend von verschiedenen Körperteilen, untersucht. Es zeigte sich, wie die nachstehende Tabelle lehrt, dafs das Kalbfleisch sehr gleichmäfsig zusammengesetzt ist und als eine sehr fettarme Nahrung erscheint.

Tabelle V.

Zusammensetzung von Kalbfleisch.

Fleisch lfd. Nr.	Fleisch-sorten	Preis pro ½ Pfd. Pf.	Gesamt-gewicht g	Unefsb. Teile		Efsbare Teile g	In 100 g frisch efsb. Teile		
				absol. g	%		Trocken-substanz g	Eiweifs m. Salze etc. g	Fett g
1	Kamm	35	240	63	26	177	27	22	5
2	Keule	70	240	0	0	240	26	26	Spur
3	Kamm	35	245	45	18	200	28	21	7
4	Rücken	35	245	39	16	206	25	24	1
5	Lende	60	255	0	0	255	26	23	3
6	Keule	60	255	0	0	255	26	22	4
7	Rücken	40	257	34	13	223	31	22	9
8	Rippe	38	262	58	22	204	27	22	5
9	Rücken	35	295	52	18	243	25	23	2
10	Keule	60	345	0	0	345	23	23	0,1
	Mittel	46	264	29	11	235	27	23	4

Digitized by Google

Ermittelt man die Menge der efsbaren Teile, welche von Kalbfleisch für 1 Mark erhalten werden, so ergibt sich, dafs Kalbfleisch sehr teuer ist und bei gleichem Preise die geringsten Mengen von Eiweifssubstanz und insbesondere von Fett enthält, wie die folgende Tabelle zeigt.

Tabelle VI.

Nährstoffmengen im Kalbfleisch für 1 Mark.

Fleisch lfd. Nr.	Fleisch-sorten	Gesamt-gewicht g	Unefs-bare Teile g	Efsbare Teile			
				frisch g	Trocken-substanz g	Eiweifs m. Salze etc. g	Fett g
1	Kamm	686	180	506	137	112	25
2	Keule	343	0	343	89	89	Spur
3	Kamm	700	128	571	160	120	40
4	Rücken	700	111	588	141	135	6
5	Lende	425	0	425	110	97	13
6	Keule	425	0	425	110	93	17
7	Rücken	642	85	557	173	123	50
8	Rippe	689	153	537	145	118	27
9	Rücken	843	148	694	173	159	14
10	Keule	575	0	575	132	131	1
	Mittel	603	80	522	137	118	19

IV. Hammelfleisch.

Die Zusammensetzung des efsbaren Teiles des Hammelfleisches erweist sich als sehr gleichmäfsig, insofern sowohl die Rippen- und Bauchstücke, wie auch Lende, Keule, Platt ziemlich gleiche Mengen von Trockensubstanz, Eiweifs und Fett enthalten.

(Siehe Tabelle VII auf S. 141.)

Die Nährstoffmengen, welche für 1 Mark in Form von Hammelfleisch erhalten werden, sind, wie die nachstehende Tabelle zeigt, für den Käufer sehr günstig, insofern als für diesen Preis sehr erhebliche Mengen von Eiweifs und Fett abgegeben werden.

(Siehe Tabelle VIII auf S. 141.)

Digitized by Google

Tabelle VII.

Zusammensetzung von Hammelfleisch.

Fleisch lfd. Nr.	Fleisch-sorten	Preis pro ½ Pfd. Pf.	Gesamt-gewicht g	Unefsb. Teile absol. g	Unefsb. Teile %	Efsbare Teile g	In 100 g frisch efsb. Teile: Trocken-substanz g	Eiweifs m. Salze etc. g	Fett g
1	Rippe	35	235	35	15	200	64	27	37
2	Lende	35	248	25	10	223	59	24	35
3	Kamm	38	250	49	20	201	51	27	24
4	Rippe	35	252	26	10	226	70	25	45
5	»	35	258	28	11	238	63	22	41
6	Bauch	35	262	0	0	262	70	27	43
7	Keule	38	265	42	16	223	40	20	20
8	Bauch	30	268	36	13	232	59	25	34
9	Platt	35	269	33	12	236	55	24	31
10	Keule	40	275	16	6	259	40	22	18
	Mittel	36	258	29	11	229	57	24	33

Tabelle VIII.

Nährstoffmengen im Hammelfleisch für 1 Mark.

Fleisch lfd. Nr.	Fleisch-sorten	Gesamt-gewicht g	Unefs-bare Teile g	Efsbare Teile: frisch g	Trocken-substanz g	Eiweifs m. Salze etc. g	Fett g
1	Rippe	671	101	571	365	154	211
2	Lende	709	71	637	376	153	223
3	Kamm	658	129	529	270	143	127
4	Rippe	720	74	646	452	161	291
5	»	737	80	680	428	149	279
6	Bauch	748	0	748	524	202	322
7	Keule	697	110	587	235	118	117
8	Bauch	893	120	773	456	193	263
9	Platt	768	94	674	371	162	209
10	Keule	687	40	647	259	143	116
	Mittel	729	72	649	374	158	216

Um in übersichtlicher Form darzustellen, in welchem Umfange die Zusammensetzung von Rindfleisch und Schweinefleisch nach den einzelnen Körperteilen Schwankungen zeigt, habe ich in folgender Tabelle die Mittelwerte der früheren Einzelanalysen zusammengestellt.

Digitized by Google

Tabelle IX.

Zusammensetzung von Rindfleisch und Schweinefleisch nach Körperregionen.

Fleischsorten	Preis pro ½ Pfd. Pfg.	Gesamtgewicht g	Unefsb. Teile absol. g	Unefsb. Teile %	Efsbare Teile absolut g	In 100 g frisch efsb. Teile: Trockensubstanz g	Eiweifs m. Salze etc. g	Fett g
Rindfleisch:								
Brust	34	266	43	16	223	50	23	27
Rippe	35	271	42	15	229	63	26	37
Keule	43	273	10	4	263	32	24	8
Bug	47	257	0	0	257	32	23	9
Lende	80	249	0	0	249	29	23	6
Mittel	48	263	19	7	244	41	24	17
Schweinefleisch:								
Bauch	34	268	38	15	230	70	18	52
Rücken	37	279	36	13	243	55	23	32
Rippe u. Kamm	39	279	37	13	242	59	27	32
Keule	49	255	0	0	255	42	26	16
Lende	48	261	0	0	261	44	24	20
Mittel	41	268	22	8	246	54	23	31

Man erkennt hieraus, dafs die prozentische Zusammensetzung je nach den einzelnen Körperteilen bei Rindfleisch die gröfsten Schwankungen ergeben, während sich das Schweinefleisch günstiger verhält. Das für den Konsumenten wichtige Moment, wie viel Nährstoffe, Eiweifs und Fett für ein und denselben Preis vom Fleischer erhalten werden, möge nachstehende Tabelle geben, in welcher die Gesamtgewichtsmenge, sowie die Menge des efsbaren Teiles, des Eiweifs- und Fettgehaltes von Rind- und Schweinefleisch je nach den Körperteilen angegeben sind, wie sie für den Preis von 1 Mark erhalten wurden.

(Siehe Tabelle X auf S. 143.)

Es geht hieraus hervor, dafs das Schweinefleisch, was Eiweifs- und Fettgehalt betrifft, auch beim Kleineinkauf weitaus die gröfsten Vorteile bezüglich der Erlangung animalischer Nährstoffe gewährt.

Digitized by Google

Tabelle X.

Nährstoffmengen in Rind- und Schweinefleisch für 1 Mark nach den Körperregionen.

Fleischsorten	Gesamtgewicht g	Unefsbare Teile g	Efsbare Teile: frisch g	Trockensubstanz g	Eiweifs u. Salze etc. g	Fett g
Rindfleisch:						
Brust	782	126	656	328	151	177
Rippe	774	120	654	412	170	242
Keule	635	23	612	196	147	49
Bug	547	0	547	175	126	49
Lende	311	0	311	90	71	19
Mittel	610	54	556	240	133	107
Schweinfleisch:						
Bauch	788	112	676	473	122	351
Rücken	754	97	657	361	151	210
Rippe u. Kamm	715	95	620	366	168	198
Keule	520	0	520	218	135	83
Lende	544	0	544	239	130	109
Mittel	664	61	603	331	141	190

Bei der Ernährung der ärmeren Bevölkerung mit animalischen Nahrungsmitteln spielen neben dem Fleische die Fleischwaren und darunter vor allem die verschiedenen Wurstsorten eine sehr grofse Rolle. Die Wurstsorten, welche aus den Rohmaterialien des Fleisches hergestellt werden, bieten sowohl für den Produzenten als auch für den Konsumenten ganz erhebliche Vorteile.

Der Produzent ist bekanntlich in der Lage, bei Herstellung dieser Ware den gröfsten Spielraum in der Verwendung seiner Rohmaterialien auszunutzen. Er kann nicht nur beste und teuer eingekaufte Rohware zu den Würsten verwenden, sondern auch weniger wertvolle Teile, welche als solche vielfach nicht mehr für sich allein vorteilhaft verkauft werden können. Der Produzent ist weiter in der Lage, bei Herstellung von Wurstwaren solche Mischungen von magerem und fettem Fleische vorzunehmen, wie sie der Geschmack des Käufers verlangt, oder wie sie das Nahrungsbedürfnis des Konsumenten wünschenswert macht.

Digitized by Google

Die Fortschritte der Landwirtschaft ermöglichen gegenwärtig die Tiere unter viel günstigere Mastbedingungen zu bringen, wobei weniger die Fleisch- (d. i. Eiweifsproduktion) als vielmehr die Fettproduktion im Tierkörper ganz beträchtlich gesteigert werden kann.

Der Fleischer empfängt deshalb in hochgemästeten Tieren eine Ware, die zum Verkauf als Koch- und Bratfleisch vielfach zu fettreich sein würde. Bei Herstellung von Wurstwaren vermag aber der Fleischer diesen Fettüberschufs eines Tieres wieder in einer für ihn selbst, wie für den Konsumenten gleich vorteilhaften und zweckmäfsigen Weise zur Verteilung zu bringen.

Die Wurstwaren können ferner durch den Zusatz geeigneter und beliebter Gewürze einen Geschmackswert erhalten, welcher ihre Verwendung in vielseitiger Weise fördert.

Der Genufs von Wurstwaren hat für den Konsumenten und speziell für die ärmere Bevölkerung aber auch den grofsen Vorteil, dafs diese Ware in den meisten Fällen ohne weiteres efsfertig ist und eine Vielseitigkeit in der Zusammensetzung und in dem Geschmackswerte besitzt, dafs in dieser Form eine reiche Abwechslung der Zufuhr animalischer Nahrung möglich wird. Die Wurstwaren können ohne viel wertlosen Ballast eines nicht efsbaren Teiles und in gebrauchsfertigem Zustande gekauft werden.

Die bei der Wurstherstellung notwendige mechanische Zerkleineung des Fleisches und die Zugabe kräftiger und schmackhafter Gewürze bedingt weiter, dafs die Nährstoffe in ihnen leicht und vollkommen verdaut werden, so dafs sie gerade als Zugabe zur Pflanzenkost bzw. Brot auch vom physiologischen Standpunkte aus als eine sehr zweckmäfsige Zufuhrart von animalischen Nahrungsmitteln zu bezeichnen sind.

Das Bedürfnis und die Beliebtheit dieser Fleischwaren beim Konsumenten und speziell bei der ärmeren Bevölkerung hat demnach mit Recht zu einer umfangreichen fabrikmäfsigen Herstellung und Verwertung des Rohfleisches geführt, wobei sich die Zubereitung bestimmter Hauptsorten von Wurstwaren zu einer hohen technischen Vollendung entwickelt hat. Es erschien mir deshalb von Interesse, gleichzeitig mit der Untersuchung der

Digitized by Google

verschiedenen Arten von frischem Koch- und Bratfleisch auch die Untersuchung über die Zusammensetzung und den Preis von Wurstwaren zu verbinden, wie sie bei der Massenernährung im Volke vorzugsweise konsumiert werden.

Es wurden deshalb von zuverlässigen Personen aus den verschiedensten Geschäften und zwar insbesondere auch aus den von den Arbeiterkreisen aufgesuchten kleineren Geschäften der Fleischer in den Vororten Wurstwaren eingekauft und hierbei, um ein Bild über die Bedeutung derselben für die Ernährung der unteren Volkskreise zu erhalten, solche Portionen gekauft, wie sie der Arbeiter für sich und seine Familie in kleinen Beträgen einkauft.

Nachdem die Wurstwaren in das Institut gebracht waren, wurde zunächst ihr Gesamtgewicht festgestellt und dann der ungenieſsbare, aus der Wursthülle bestehende Teil abgetrennt und für sich gewogen. Zur Ausführung der weiteren Untersuchung wurde dann der gesamte efsbare Inhalt der Wurst durch die Fleischschneidemaschine 5—7 mal durchgetrieben und so die schon früher hervorgehobene vollständige Durchmischung erhalten, so dafs Teilproben von 2,5 und 5,0 g des homogenen Wurstbreies in Kontrollanalysen vollständig übereinstimmende Werte ergaben.

Wie bei der Untersuchung des frischen Rindfleisches wurden auch von dem Wurstbrei zunächst eine Probe von 25 g zur Wasserbestimmung durch Trocknen bei 100 C und weiterhin Teilproben des Wurstbreies in Mengen von 2,5 und 5,0 g zur Fettbestimmung im Azid-Butyrometer abgewogen.

Die Auflösung des Eiweifses der Wurst und die Abscheidung und scharfe Trennung der Fettschicht erfolgte bei der Wurst in der gleichen vollkommenen Weise, wie ich dies bei der Fettbestimmung im frischen Fleische festgestellt habe. Nur machte es sich bei Wurstarten, welche zum Teil ganze Pfefferkörner enthielten, notwendig, dieselben bei der Herstellung des Wurstbreies vorher zu entfernen.

Die Differenz des Fettes von der Trockensubstanz der Wurst wurde als Eiweifs, Salze und Extraktivstoffe in Rechnung gebracht.

Digitized by Google

Es wäre wohl wünschenswert gewesen, den Eiweifsgehalt der Wurst direkt durch Stickstoffbestimmung zu ermitteln, da der Salzgehalt bei den Wurstsorten infolge des Zusatzes von Kochsalz gröfsere Mengen und auch gröfsere Schwankungen aufweist als der Salzgehalt des frischen Fleisches.

Ich habe jedoch von der Stickstoffbestimmung des Wurstbreies abgesehen, nicht nur weil dieselbe bei den erforderlichen zahlreichen Einzelbestimmungen mit grofsen Mühen verbunden gewesen wäre, sondern weil auch die direkte Stickstoffbestimmung in der Wurst noch keine Möglichkeit gegeben hätte, den hier vorhandenen Eiweifsgehalt genau zu bestimmen.

In den Wurstsorten wird, besonders bei den gewöhnlicheren Qualitäten, vielfach Fleisch verwendet, welches relativ grofse Mengen von Bindegewebe und elastisches Gewebe enthält.

Der Nährwert dieses leimgebenden Gewebes ist jedoch bekanntlich erheblich geringer als der des Eiweifses, so dafs zur Wertbestimmung des Eiweifsgehaltes in den Würsten auch eine Trennung in der Bestimmung des Stickstoffes vom Eiweifs und leimgebendem Gewebe notwendig gewesen wäre.

Zur Untersuchung kamen acht verschiedene Wurstsorten und unter diesen insbesondere die Wurstsorten wie Knackwurst, Leberwurst, Blutwurst, Mettwurst, welche besonders in den Arbeiterkreisen gewählt werden.

In den nachstehenden Tabellen ist die Menge des nicht efsbaren Teiles und der Prozentwert desselben zur Vereinfachung der Tabelle nicht aufgenommen worden. Derselbe ergibt sich aus den Angaben des eingekauften Gesamtgewichtes und des efsbaren Teiles der Wurst. Dieser Wurstschalenteil hat nur einen geringen Wert und beträgt etwa 1—3% und bei Blutwurst, welche die dickste Darmhülle besitzt, im Mittel 6% der gekauften Ware.

Von Knackwurst wird in Leipzig nur eine Qualität im Handel geführt, wobei jedoch der Fleischer und der Konsument eine weichere und festere Sorte unterscheidet, je nachdem ein stärkerer Wasserverlust durch Austrocknen der Knackwurst beim Lagern eingetreten ist. Die härtere Sorte wird dann in der Regel zu einem etwas höheren Preise vom Fleischer abgegeben.

Digitized by Google

Es wurde jederzeit $^1/_4$ Pfund Wurst verlangt. Die Schwankungen der von den Fleischern abgegebenen Gewichtsmengen sind ziemlich beträchtlich und bewegen sich bei 125 g verlangtem Gewichte von 115—154 g. Der Grund liegt darin, dafs bei den kleineren Fleischern die Gewichtsmenge bekanntlich vielfach nicht mit der Wage, sondern mit dem Auge abgeschätzt und abgegeben wird.

Nachstehende Tabelle gibt die prozentische Zusammensetzung der einzelnen in 20 verschiedenen Geschäften gekauften Proben.

Tabelle XI.

Zusammensetzung von Knackwurst.

Lfd. Nr.	Preis pro $^1/_4$ Pfd. Pfg.	Gesamtgewicht g	Eßbare Teile g	In 100 g frische eßbare Teile: Trockensubstanz g	Eiweiß m. Salze etc. g	Fett g
1	20	117	115	82	34	48
2	20	120	117	76	30	46
3	30	122	119	65	25	40
4	23	125	124	79	33	46
5	30	127	122	94	27	67
6	30	128	125	67	28	39
7	25	130	129	71	27	44
8	20	131	130	82	26	56
9	20	132	131	74	25	49
10	20	133	131	66	28	38
11	25	133	131	72	27	45
12	20	135	132	80	20	60
13	20	136	135	79	24	55
14	20	137	135	73	22	51
15	25	137	135	73	24	49
16	20	140	139	66	15	51
17	25	140	138	64	28	36
18	20	145	143	63	21	42
19	20	150	148	83	27	56
20	20	155	154	79	26	53
Mittel	23	134	131	74	23	51

Besonders auffallend ist der sehr hohe Gehalt an Trockensubstanz in der Knackwurst, welcher von 63 % als Minimalwert bis zu 94 % Trockensubstanz schwankt. Letzteres ist bei sehr harter Wurst der Fall, welche durch langes Lagern fast alles

Digitized by Google

Wasser verloren hat und nur durch den hohen Fettreichtum die äufsere Beschaffenheit einer noch weichen und genieſsbaren Masse behält. In diesem Zustande ist die Ware eigentlich getrocknetes Fleisch, welches aber durch seinen hohen Fettgehalt die volle Weichheit und Genieſsbarkeit besitzt.

Um eine Übersicht zu erhalten, welche Nährstoffmengen der Käufer für den Einheitspreis von 1 Mark empfängt, sind in nachstehender Tabelle die Wurstmengen und deren Bestandteile angegeben, die für 1 Mark erhalten wurden.

Tabelle XII.

Nährstoffmengen in Knackwurst für 1 Mark.

Lfd. Nr.	Gesamtgewicht	Efsbarer Teil			
		frisch	Trockensubstanz	Eiweifs u. Salze etc.	Fett
	g	g	g	g	g
1	585	575	471	195	276
2	600	585	445	174	269
3	407	397	258	99	159
4	543	539	426	178	248
5	423	407	382	109	273
6	427	417	279	116	163
7	520	516	366	139	227
8	655	650	533	169	364
9	660	655	485	164	321
10	665	655	432	183	249
11	532	524	377	141	236
12	675	660	528	132	396
13	680	675	533	162	371
14	685	675	493	149	344
15	548	540	394	129	265
16	700	695	459	105	354
17	560	552	353	154	199
18	725	715	450	150	300
19	750	740	614	200	414
20	775	770	608	200	408
Mittel	606	597	444	152	292

Man erkennt hieraus deutlich, dafs die Marktpreise des Fleisches nicht mafsgebend sind für die Nährstoffmengen, welche für Eiweifs und Fett in der Form von Knackwurst abgegeben werden.

Digitized by Google

Für den Preis von 1 Mark erhält man zur selben Zeit und am selben Orte bei dem einen Fleischer an Trockensubstanz, Eiweifs und Fett mehr als die doppelte Menge von efsbaren Teilen als bei einem anderen Fleischer.

Die Leberwurst, eine bei den Arbeitern sehr beliebte Wurstart, wird in der Regel in zwei Qualitäten, wie sich dies auch im Preise ausspricht, in den Geschäften geführt. Ein Unterschied in der prozentischen Zusammensetzung besteht aber hierbei nicht, wie die nachstehende Tabelle lehrt:

Tabelle XIII.

Zusammensetzung von Leberwurst.

Lfd. Nr.	Qualität	Preis pro 1/4 Pfd. Pfg.	Gesamtgewicht g	Efsbare Teile g	In 100 g frisch efsbare Teile		
					Trockensubstanz g	Eiweifs u. Salze etc. g	Fett g
1	I. Qualität	20	121	119	64	23	41
2	»	25	122	119	70	23	47
3	»	25	124	122	67	24	43
4	»	30	125	122	71	20	51
5	»	25	129	126	65	16	49
6	»	30	133	127	74	34	40
7	»	25	135	133	70	11	59
8	»	25	135	134	64	19	45
9	»	25	137	135	67	15	52
10	»	25	138	128	70	13	57
11	»	25	143	141	62	12	50
12	»	25	152	149	64	20	44
13	»	25	158	151	79	19	60
	Mittel	25	133	129	69	19	50
1	II. Qualität	20	114	112	68	19	49
2	»	20	131	129	78	16	62
3	»	20	139	138	64	23	41
4	»	20	145	139	70	15	55
5	»	20	147	141	60	15	45
6	»	20	159	158	57	20	37
	Mittel	20	143	140	65	16	49
	Gesamtmittel	23	138	135	67	17	50

Digitized by Google

Zum Preise von 1 Mark wurden in den beiden Qualitäten Leberwurst nachstehende Nährwertmengen erhalten:

Tabelle XIV.

Nährstoffmengen in Leberwurst für 1 Mark.

Lfd. Nr.	Qualität	Gesamtgewicht g	Eßbare Teile			
			frisch g	Trockensubstanz g	Eiweiß m. Salze etc. g	Fett g
1	I. Qualität	605	595	381	137	244
2	»	488	476	333	109	224
3	»	496	488	327	117	210
4	»	417	417	296	83	213
5	»	516	504	328	81	247
6	»	443	423	313	144	169
7	»	540	532	372	58	314
8	»	540	536	343	102	241
9	»	548	540	362	81	281
10	»	552	512	358	66	292
11	»	572	564	350	68	282
12	»	608	596	381	119	262
13	»	632	604	477	115	362
	Mittel	535	522	355	98	257
1	II. Qualität	570	560	381	107	274
2	»	655	645	503	103	400
3	»	695	690	442	159	283
4	»	725	695	486	104	382
5	»	735	705	423	106	317
6	»	795	790	450	158	292
	Mittel	696	681	447	122	325
	Gesamtmittel	615	601	401	110	291

Hieraus ergibt sich, daß die II. Qualität, was die Menge des eßbaren Gesamtteils betrifft, nur unbedeutend billiger ist, daß aber bei ihr besonders nur größere Fettmengen abgegeben werden.

Auch die Blutwurst wird in den meisten Geschäften in zwei Qualitäten vorrätig gehalten, wie sich dies durch den Preisunterschied ausspricht.

Auffallend ist, daß auch die Blutwurst einen sehr wechselnden Wassergehalt besitzt. Die Menge der Trockensubstanz bewegt

Digitized by Google

sich, wie nachstehende Untersuchungsergebnisse lehren, zwischen 49% und 91% Trockensubstanz, so dafs der Wassergehalt der Blutwurst von 51% bis zu 9% herunter geht.

Tabelle XV.
Zusammensetzung der Blutwurst.

Lfd. Nr.	Qualität	Preis pro ¼ Pfd.	Gesamt-Gewicht	Efsbare Teile	In 100 g frisch efsbare Teile		
					Trocken-substanz	Eiweifs m. Salze etc.	Fett
		Pfg.	g	g	g	g	g
1	I. Qualität	25	125	118	60	23	37
2	»	25	127	125	60	24	36
3	»	30	129	119	88	32	56
4	»	25	132	124	80	27	53
5	»	25	132	126	68	24	44
6	»	25	135	129	56	23	33
7	»	25	136	130	49	18	31
8	»	25	137	124	58	31	27
9	»	25	140	131	80	34	46
10	»	25	144	139	62	26	36
	Mittel	25	134	127	66	26	40
1	II. Qualität	20	125	116	56	18	38
2	»	20	128	124	87	39	48
3	»	20	130	118	55	21	34
4	»	20	135	126	64	18	46
5	»	20	137	128	72	28	44
6	»	20	138	135	68	25	43
7	»	20	140	126	73	18	55
8	»	20	141	135	91	18	73
9	»	20	156	141	79	21	58
10	»	20	180	171	88	25	63
	Mittel	20	147	138	73	23	50
	Ges.-Mittel	23	140	133	69	25	44

Die Mittelwerte in der prozentischen Zusammensetzung der Blutwurst I. und II. Qualität sind also, was Trockensubstanz, Eiweifsmenge und Fett betrifft, nahezu übereinstimmend.

Der ungleiche Kaufpreis hat also in der Menge der prozentischen Zusammensetzung keine Begründung und wird wohl darauf beruhen, dafs zum Teil bessere und feinere Gewürze Anwendung finden oder dafs der einzelne Geschäftsmann seine Ware bei dem einen oder anderen Käufer höher bewertet.

Digitized by Google

Für 1 Mark werden in Form von Blutwurst nachstehende Nährstoffmengen in der I. und II. Qualität erhalten:

Tabelle XVI.

Nährstoffmengen in Blutwurst für 1 Mark.

Lfd. Nr.	Qualität	Gesamt-Gewicht	Eßbare Teile			
			frisch	Trocken-substanz	Eiweiß m. Salze etc.	Fett
		g	g	g	g	g
1	I. Qualität	500	472	283	108	175
2	»	508	500	300	120	180
3	»	430	397	349	127	222
4	»	528	496	297	134	263
5	»	528	504	343	121	222
6	»	540	516	289	119	170
7	»	544	520	255	94	161
8	»	548	496	288	154	134
9	»	560	524	419	178	241
10	»	576	556	344	144	200
	Mittel	526	498	327	130	197
1	II. Qualität	625	580	325	105	220
2	»	640	620	539	241	298
3	»	650	950	324	123	201
4	»	675	630	403	113	290
5	»	685	640	461	179	282
6	»	690	675	459	169	290
7	»	700	630	460	114	346
8	»	705	675	614	121	493
9	»	780	705	557	148	409
10	»	900	855	752	213	539
	Mittel	705	660	489	153	337
	Ges.-Mittel	615	579	408	141	267

Vorstehende Tabelle lehrt, daſs in der II. Qualität, wenn auch vielleicht der Geschmackswert ein geringerer ist, die Nährstoffmenge an Trockensubstanz, Eiweiſs und besonders an Fett reichlicher geboten wird.

Von anderen häufig verlangten Wurstsorten kommt weiter Cervelatwurst in Betracht. Auch hier zeigt die Tabelle über die

Digitized by Google

prozentischen Zusammensetzung einen durchschnittlich sehr hohen Gehalt an Trockensubstanz, welcher bis 91,0% ansteigt.

Tabelle XVII.

Zusammensetzung der Cervelatwurst.

Lfd. Nr.	Preis pro ¼ Pfd. Pfg.	Gesamtgewicht g	Efsbare Teile g	In 100 g frisch efsbare Teile: Trockensubstanz g	Eiweifs m. Salze etc. g	Fett g
1	25	117	116	63	23	40
2	35	122	119	61	26	35
3	40	122	120	73	28	45
4	35	123	122	64	30	34
5	40	123	122	70	24	46
6	45	128	125	84	31	53
7	40	130	128	69	30	39
8	30	133	131	64	32	32
9	40	134	132	75	32	43
10	45	135	130	79	30	49
11	45	135	131	91	40	51
12	50	140	136	90	33	57
13	45	145	139	85	33	52
14	40	150	147	84	28	56
15	40	150	147	64	25	39
Mittel	40	132	129	74	29	45

In Form von Cervelatwurst wurden für 1 Mark nachstehende Nährstoffmengen erhalten, wobei sich ergibt, dafs die abgegebenen Mengen von Nährstoffen nicht in so erheblichen Grenzen schwanken, wie dies bei Blut- und Knackwurst der Fall ist.

(Siehe Tabelle XVIII auf S. 154.)

Die unter dem Namen Mettwurst verkaufte Fleischware wird in der Regel nur in einer Qualität im Handel geführt. Nach den Angaben der Fleischer wird die Mettwurst nur durch die Mischung von magerem und fettem Schweinefleische hergestellt.

(Siehe Tabelle XIX auf S. 154.)

Digitized by Google

Tabelle XVIII.

Nährstoffmengen in Cervelatwurst für 1 Mark.

Lfd. Nr.	Gesamtgewicht	Efsbare Teile			
		frisch	Trockensubstanz	Eiweifs m. Salze etc.	Fett
	g	g	g	g	g
1	468	464	292	106	186
2	348	340	207	88	119
3	305	300	219	84	135
4	351	348	223	105	118
5	308	305	213	73	140
6	284	278	233	86	147
7	325	320	221	96	125
8	443	437	280	140	140
9	335	330	247	105	142
10	300	289	228	86	142
11	300	291	265	117	148
12	280	272	245	90	155
13	322	309	263	102	161
14	375	367	308	103	205
15	375	367	235	92	143
Mittel	341	334	245	98	147

Tabelle XIX.

Zusammensetzung der Mettwurst.

Lfd. Nr.	Preis pro $1/_4$ Pfd.	Gesamtgewicht	Efsbare Teile	In 100 g frisch efsbare Teile		
				Trockensubstanz	Eiweifs m. Salze etc.	Fett
	Pfg.	g	g	g	g	g
1	20	114	113	67	13	54
2	25	122	120	64	18	46
3	35	122	120	64	22	42
4	25	124	123	70	16	54
5	25	125	124	77	21	56
6	23	128	127	73	16	57
7	23	129	127	79	26	53
8	25	132	130	73	14	59
9	30	132	130	74	22	52
10	25	137	136	70	16	54
11	25	138	135	68	16	52
12	25	139	137	69	22	47
13	30	140	138	65	16	49
14	25	150	149	76	23	53
15	25	152	150	81	25	56
Mittel	25	132	131	71	18	53

Digitized by Google

Die prozentische Zusammensetzung der Mettwurst verhält sich also derartig, dafs auf 1 Teil Eiweifs inkl. Salzen und Extraktivstoffen im Mittel die dreifache Menge von Fett kommt.

Für 1 Mark wurden in der Mettwurst nachstehende Nährstoffmengen erhalten:

Tabelle XX.

Nährstoffmengen in Mettwurst für 1 Mark.

Lfd. Nr.	Gesamtgewicht	Efsbare Teile			
		frisch	Trockensubstanz	Eiweifs m. Salze etc.	Fett
	g	g	g	g	g
1	570	565	378	73	305
2	488	480	307	86	221
3	348	343	219	75	144
4	496	492	344	78	266
5	500	496	382	104	278
6	556	552	403	88	315
7	561	552	436	144	292
8	528	520	380	73	307
9	440	433	320	95	225
10	548	544	381	87	294
11	552	540	367	86	281
12	556	548	378	120	258
13	467	460	299	74	225
14	600	596	453	137	316
15	608	600	486	150	336
Mittel	521	515	369	98	271

Die Mettwurst kennzeichnet sich sonach auch hinsichtlich des Einkaufswertes als eine überwiegende Fettnahrung.

Die Knoblauchwurst, welche vielfach im warmen, gekochten Zustande genossen wird, besitzt, wie die Untersuchungsresultate der nachstehenden, aus acht verschiedenen Geschäften bezogenen Proben zeigen, eine sehr gleichmäfsige Zusammensetzung. Der Wassergehalt ist hierbei relativ hoch und beträgt im Durchschnitt 58%. Die Fettmenge ist relativ gering und bei dieser Wurstsorte niedriger als der Eiweifsgehalt inkl. Salzen und Extraktivstoffen.

Digitized by Google

Tabelle XXI.

Zusammensetzung der Knoblauchwurst.

Lfd. Nr.	Preis pro ¼ Pfd. Pfg.	Gesamtgewicht g	Eßbare Teile g	In 100 g frisch eßbare Teile: Trockensubstanz g	Eiweiß m. Salze etc. g	Fett g
1	18	115	114	43	22	21
2	20	123	122	48	24	24
3	20	130	129	41	24	17
4	45	135	134	42	25	17
5	20	137	136	40	23	17
6	18	140	139	34	20	14
7	20	148	147	42	26	16
8	25	157	156	50	33	17
Mittel	23	136	135	42	24	18

Die für den Einheitspreis von 1 Mark erhaltene Menge Knoblauchwurst schwankt in sehr weiten, die doppelte Menge übersteigenden Grenzen.

Tabelle XXII.

Nährstoffmengen in Knoblauchwurst für 1 Mark.

Lfd. Nr.	Gesamtgewicht g	Eßbare Teile: frisch g	Trockensubstanz g	Eiweiß m. Salze etc. g	Fett g
1	639	633	272	139	133
2	615	610	293	147	146
3	650	645	264	154	110
4	300	298	125	74	51
5	685	680	272	156	116
6	778	772	262	154	108
7	740	735	309	191	118
8	628	624	312	206	106
Mittel	629	625	264	153	111

Salamiwurst, welche sich als Dauerware dadurch kennzeichnet, daß sie einen sehr geringen Wassergehalt, im Durchschnitt nur 18%, besitzt, wird wegen ihres höheren Preises weniger allgemein verlangt.

Digitized by Google

Die prozentische Zusammensetzung der untersuchten neun Proben zeigt nachstehende Tabelle:

Tabelle XXIII.

Zusammensetzung von Salamiwurst.

Lfd. Nr.	Preis pro 1/4 Pfd. Pfg.	Gesamtgewicht g	Efsbare Teile g	In 100 g frisch efsbare Teile		
				Trockensubstanz g	Eiweifs m. Salze etc. g	Fett g
1	35	122	121	61	27	34
2	50	131	127	89	38	51
3	40	132	128	82	28	54
4	45	132	129	91	27	64
5	30	133	131	65	27	38
6	45	135	134	87	36	51
7	45	141	139	88	33	55
8	45	142	139	88	33	55
9	40	144	142	84	39	45
Mittel	42	135	132	82	32	50

Die Berechnung der für 1 Mark erhaltenen Nährstoffmengen in der Salamiwurst ergibt, dafs die in dieser Wurstsorte erhaltenen Nährstoffmengen sowohl an Eiweifs wie an Fett mit der Cervelatwurst nahezu übereinstimmen, und dafs beide, was die Zufuhr von Nährstoffen betrifft, gleich teuer sind.

Tabelle XXIV.

Nährstoffmengen in Salamiwurst für 1 Mark.

Lfd. Nr.	Gesamtgewicht g	Efsbare Teile			
		frisch g	Trockensubstanz g	Eiweifs m. Salze etc. g	Fett g
1	349	346	211	93	118
2	262	254	226	97	129
3	330	320	262	89	173
4	293	287	261	77	184
5	443	437	284	118	166
6	330	298	259	107	152
7	313	309	272	102	170
8	315	309	272	102	170
9	360	355	289	138	160
Mittel	333	324	260	102	158

Digitized by Google

Eine auch bei den kleineren Fleischern der Vorstadt häufig hergestellte und beliebte Wurstart ist die sogenannte Mortadellawurst. Dieselbe wird nach Angabe von Fleischern aus den gleichen Rohmaterialien zubereitet wie die Knoblauchwurst, indem 1 Teil Kalbfleisch mit 1 Teil Schweinefleisch unter Zusatz von Speck bzw. Schweinefett sehr fein zerkleinert wird. Dem Fleischbreie wird dann aufser Kochsalz und verschiedenem Gewürz noch eine kleine Menge Wasser hinzugefügt und das Ganze mit der Hand wie ein Brotteig innig verknetet. Die Wurst hat aufser einem pikanten Geschmack eine sehr weiche Konsistenz und wird, da sie sich nicht lange halten würde, bald und zwar im rohen Zustand verzehrt.

Wie die nachstehende Zusammenstellung der Untersuchungsergebnisse zeigt, ist die Mortadellawurst von sehr gleichmäfsiger Beschaffenheit, indem sowohl der Wassergehalt, wie auch der Fettgehalt nur geringe Schwankungen aufweist.

Tabelle XXV.

Zusammensetzung der Mortadellawurst.

Lfd. Nr.	Preis pro $^1/_4$ Pfd. Pfg.	Gesamtgewicht g	Efsbare Teile g	In 100 g frisch efsbare Teile		
				Trockensubstanz g	Eiweifs m. Salze etc. g	Fett g
1	35	121	120	33	22	11
2	40	129	128	36	22	14
3	25	133	132	37	22	15
4	40	133	131	30	20	10
5	30	134	132	37	28	9
6	40	138	137	31	23	8
7	40	145	144	29	20	9
8	30	152	151	35	22	13
9	50	160	156	39	29	10
Mittel	38	138	137	34	24	10

Da die Mortadellawurst nur im rohen Zustande genossen wird, kann zur Herstellung auch nur ganz frisches und bestes Fleisch verwendet werden, wodurch sich erklärt, dafs der Preis dieser Wurst auch ein relativ hoher ist. Für 1 Mark erhielt ich in Form von Mortadellawurst folgende Nährstoffmengen.

Digitized by Google

Tabelle XXVI.

Nährstoffmengen in Mortadellawurst für 1 Mark.

Lfd. Nr.	Gesamtgewicht g	Efsbare Teile			
		frisch g	Trockensubstanz g	Eiweifs m. Salze etc. g	Fett g
1	346	343	113	75	38
2	322	320	115	70	45
3	532	528	195	116	79
4	332	327	98	65	33
5	447	440	163	123	40
6	345	345	107	79	28
7	362	360	104	72	32
8	507	503	176	111	65
9	320	312	122	91	31
Mittel	390	386	132	89	43

Der Preis der Mortadellawurst ist somit so hoch, dafs efsbare Nährstoffe in derselben am teuersten eingekauft werden.

Die Untersuchungen über die Zusammensetzung und den Preis der verschiedenen Fleischarten und Wurstwaren haben, wie die zahlreichen oben mitgeteilten Belege zeigen, ergeben, dafs auch ein und dieselbe Gattung von Fleisch oder Wurst aufserordentlich weitgehende Unterschiede in der prozentischen Zusammensetzung aufweisen. Der Konsument, welcher eine solche Ware kauft, wird im einzelnen Falle auch nicht entfernt abschätzen können, ob er bei dem Einkauf der animalischen Nahrung mehr Eiweifs oder mehr Fett empfängt. Die Möglichkeit, dem menschlichen Körper auch bei regelmäfsigem Einkauf in Form von animalischer Nahrung täglich gleiche Mengen von Eiweifs und Fett zuzuführen, ist praktisch nicht zu erreichen.

Der Konsument ist vielmehr darauf angewiesen, durch sein Empfinden selbst die Bedürfnisfrage des eigenen Körpers zu regeln und zwar in der Weise, dafs er nach Mahlzeiten mit eiweifsreicher Zufuhr solche mit fettreicher Zufuhr folgen läfst. Erst durch das Verzehren der animalischen Kost in langen Durchschnittsfristen wird sich für den Körper ein zutreffender

Digitized by Google

Mittelwert herausstellen über die vom einzelnen aufgenommenen Nährstoffmengen.

Ich halte es deshalb für gerechtfertigt, zur Beurteilung des Nährwertes der Fleischkost bzw. der Wurstarten die zahlreichen von mir ausgeführten einzelnen Analysen trotz ihrer erheblichen Schwankungen im Mitelwerte zusammenzuziehen, weil in diesem Mittelwerte die Substanzmenge zum Ausdruck kommt, welche bei regelmäfsigem Einkauf im Fleischerladen als durchschnittliche Nährstoffzufuhr in einer längeren Zeitperiode wirklich erhalten und genossen wird.

Die nachstehende Tabelle gibt deshalb die Einkaufsmenge, die Menge des efsbaren Teiles sowie die prozentische Zusammensetzung des efsbaren Teiles als summarischen Durchschnittswert der Hauptgruppen von Fleisch und Wurst.

Tabelle XXVII.

Mittelwert der Zusammensetzung von Fleisch und Wurst.

	Preis pro 250 g Pfg.	Gesamtgewicht erhalten g	Davon efsbare Teile g	In 100 g frisch efsbare Teile: Trockensubstanz g	Eiweifs m. Salze etc. g	Fett g
Rindfleisch	48	263	244	41	24	17
Schweinfleisch	41	268	246	54	23	31
Kalbfleisch	46	264	235	27	23	4
Hammelfleisch	36	258	229	57	24	33
Mittel	43	263	239	45	23	22
	125 g					
Knackwurst	23	134	131	74	23	51
Leberwurst I. Qual.	25	133	129	69	19	50
» II. »	20	143	140	65	16	49
Blutwurst I. »	25	134	127	66	26	40
» II. »	20	147	138	71	23	48
Zervelatwurst	40	132	129	74	29	45
Mettwurst	25	132	131	71	18	53
Knoblauchwurst	23	136	135	42	24	18
Salamiwurst	42	135	132	82	32	50
Mortadellawurst	38	138	137	34	24	10
Mittel	28	136	133	65	24	41

Digitized by Google

Es ergibt sich hieraus, dafs der Wassergehalt des efsbaren Teiles des frischen Fleisches grofse Schwankungen von 73—43 % Wasser aufweist. Das Kalbfleisch enthält am wenigsten Trockensubstanz, nämlich 27 %, dann folgt Rindfleisch mit 41 %, hierauf Schweinefleisch mit 54 % und endlich Hammelfleisch mit 57 % Trockensubstanz.

Die Ursache, welche diesen ungleichen Gehalt an Trockensubstanz bedingt, beruht jedoch ausschliefslich auf dem Fettreichtum des betreffenden Fleisches, von welchem Kalbfleisch als das fettärmste im Durchschnitt nur 4 % Fett enthält, während im Schweinefleisch und im Hammelfleisch der Fettgehalt bis 31 bzw. 33 % ansteigt.

Dagegen ist der Gehalt an Eiweifs inkl. Salzen und Extraktivstoffen in allen Fleischarten, gleichviel ob Kalbfleisch oder Hammelfleisch, nahezu derselbe und mit 23 % zu bewerten.

In den Wurstarten, bei welchen eine willkürliche Änderung der Zusammensetzung des Inhaltes durch den Fleischer nicht nur möglich ist, sondern geradezu absichtlich im Interesse der Konsumenten vorgenommen wird, herrscht, wie vorstehende Tabelle zeigt, das Bestreben vor, der Wurst vor allem einen höheren Fettgehalt zu geben. Der Wassergehalt schwankt naturgemäfs bei den Wurstarten in weiten Grenzen und ist insbesondere davon abhängig, ob dieselben als frische Wurst oder als Dauerwurst zum Genusse kommen, in welch letzterem Falle die Austrocknung durch Räuchern, wie insbesondere auch durch langes Lagern in trockner Luft zum Teil soweit getrieben wird, dafs er, wie z. B. bei Knackwurst und Cervelatwurst, im Gesamtmittel auf 26 % heruntergeht und bei Salamiwurst im Mittel der sämtlichen untersuchten Wurstproben dieser Art bis auf 18 % Wasser fällt. Prozentisch sind also die Würste sämtlich gehaltreicher an Nährstoffen. Es wird dies jedoch, wie aus obiger Tabelle hervorgeht, insbesondere durch den hohen Fettgehalt, der bei Dauerwürsten in der Regel 50 und mehr Prozent Fett des efsbaren Teiles ausmacht, hervorgerufen.

Der Eiweifsgehalt inkl. den Wurstsalzen und den Extraktivstoffen ist mit 24 % ziemlich gleich dem des frischen Fleisches.

Digitized by Google

Von Interesse erscheint weiter eine übersichtliche Zusammenstellung darüber, welche Gattung des frischen Fleisches und der Wurstwaren am vorteilhaftesten eingekauft wird. Sie ergibt sich, wenn man aus den Gesamtmittelwerten der Einzelanalysen die Nährstoffe berechnet, die für 1 Mark erhalten werden.

Tabelle XXVIII.

Nährstoffmengen in Fleisch und Wurst für 1 Mark.

	Gesamtgewicht g	Efsbare Teile			
		frisch g	Trockensubstanz g	Eiweifs u. Salze etc. g	Fett g
Rindfleisch	548	508	208	122	86
Schweinfleisch	654	600	324	138	186
Kalbfleisch	574	511	138	118	20
Hammelfleisch	717	636	362	152	210
Mittel	623	564	258	133	125
Knackwurst	583	570	422	131	291
Leberwurst I. Qualität	532	516	356	98	258
» II. »	715	700	455	112	343
Blutwurst I. »	536	508	335	132	203
» II. »	735	690	490	159	331
Zervelatwurst	330	322	238	93	145
Mettwurst	528	524	372	94	278
Knoblauchwurst	591	587	246	140	106
Salamiwurst	321	314	257	100	157
Mortadellawurst	363	360	122	86	36
Mittel	523	509	329	114	215

Nach dem Einkaufspreis ist also unter den frischen Fleischarten das Hammelfleisch am billigsten. Es wird für 1 Mark an efsbaren Teilen nicht nur die gröfste Menge von Trockensubstanz, sondern auch die gröfste Menge von Eiweifs und von Fett erhalten. Gleichwohl erfreut sich das Hammelfleisch keiner sehr grofsen Beliebtheit auch bei der ärmeren Bevölkerung. Der Grund liegt offenbar darin, dafs dasselbe eine Fettart enthält, welche vermöge ihres hohen Schmelzpunktes zu den schwer

Digitized by Google

verdaulichen Fetten gehört und aus dem Grunde auch im kalten Zustande nicht genossen werden kann.

Das Kalbfleisch ist, wie aus obiger Tabelle hervorgeht, ein Luxusfleisch, insofern es bei geringem Gehalt an Eiweifssubstanz aufserordentlich fettarm ist.

Am vorteilhaftesten für den arbeitenden Körper erweist sich unzweifelhaft das Schweinefleisch, von welchem bei gleichem Preise sehr grofse Mengen an Eiweifssubstanz, wie auch sehr reichliche Fettmengen in einer weichen, schmackhaften und leicht verdaulichen Form geboten wird.

Die Beliebtheit, welche die Wurstwaren gerade in Arbeiterkreisen so vielfach haben, ist nach vorstehenden Untersuchungsergebnissen voll berechtigt. Wenn auch das absolute Kaufgewicht, wie auch das Gewicht des frischen, efsbaren Teiles, welchen man für den Einheitspreis von 1 Mark erhält, bei den Wurstwaren etwas geringer ist als beim Einkauf des frischen Fleisches, so ergibt sich, dafs die efsbare Menge der Trockensubstanz in den Wurstsorten in der Regel erheblich gröfser ist als im frischen Fleische.

In einzelnen, von den Arbeitern vorzugsweise genossenen Wurstarten, wie Knackwurst, Blutwurst und Knoblauchwurst ist auch der Eiweifsgehalt, welchen man in diesen Würsten zum Einkaufspreise von 1 Mark erhält, ebenso grofs und zum Teil sogar erheblich gröfser als die Eiweifsmenge, welche für 1 Mark im frischen Fleische erhalten wird.

Besonders auffallend ist aber der sehr hohe Fettgehalt in den Wurstsorten, welcher im Durchschnitt sämtlicher Wurstproben 215 g Fett gegenüber 115 g Eiweifssubstanz inkl. Salzen und Extraktivstoffen beträgt.

In einzelnen Wurstarten, wie bei Leberwurst II. Qualität und auch bei Blutwurst II. Qualität, bzw. Mettwurst werden bei gleichem Einkaufspreise so grofse Mengen verabreicht, dafs sich diese Ware eigentlich fast mehr als Fett-, wie als Eiweifsnahrung kennzeichnet. Die Personen, welche bei geringem Einkommen darauf angewiesen sind, vorzugsweise von Pflanzenkost leben zu müssen, empfangen somit in den Wurstwaren animalische Nährstoffe, die des geringeren Preises wegen für sie sogar vorteilhafter

Digitized by Google

sind als der Einkauf von frischem Fleische und gleichzeitig gibt diese Ware Gelegenheit, neben den reichlichen Nährstoffmengen an Fett und Eiweifs und dem beträchtlichen Kalorienwerte derselben eine beliebige Abwechslung in dem Geschmackswerte herbeizuführen, was um so höher anzuschlagen ist, als diese Waren in der Regel sofort efsfertig sind, sich bequem transportieren, teilen und aufheben lassen und vermöge des reichen Gehalts an Gewürzen eine schmackhafte und die Verdauung befördernde Zugabe zur Pflanzenkost bzw. Brot bilden.

Digitized by Google

Über die Fettbestimmung im Fleisch und Fleischwaren mittels des Gerberschen Azid-Butyrometers.

Von

Dr. med. **Toyokichi Kita.**

(Aus dem Hygienischen Institut der Universität Leipzig.)

Bei der Prüfung und Beurteilung des Wertes der verschiedenen Nahrungsmittel ist es notwendig, ihre Bestandteile nicht nur qualitativ, sondern auch quantitativ zu kennen. Die Zusammensetzung von Fleisch und Fleischwaren zeigt, wie schon der äufsere Anschein lehrt, weitgehende Unterschiede. Gerade bei Fleisch und Fleischwaren sind die Unterschiede in der quantitativen Zusammensetzung gröfser als bei den meisten anderen Nahrungsmitteln.

In der vortrefflichen Zusammenstellung, welche König[1]) in seiner »Chemie der Nahrungs- und Genufsmittel« gibt, hat die Zusammensetzung des efsbaren Teiles der Ochsenlende bei 49 ausgeführten Analysen Schwankungen, welche sich hinsichtlich des Wassergehaltes von 51,1—74,7%, bei Stickstoffsubstanz zwischen 10,6—23,1% und bei Fett zwischen 9,6—31,3% bewegen.

Für die praktische Ernährungslehre können also Mittelwerte auch nicht entfernt Verwendung finden, um den Nährwert einer Probe auch nur einigermafsen zutreffend abzuschätzen. Es bleibt also nur übrig, das Fleisch oder die Fleischwaren in jedem ein-

1) König, Chemie der Nahrungs- u. Genufsmittel, IV. Aufl., 1903, S. 7.

Digitized by Google

zelnen Falle zu untersuchen. Bekanntlich ist die Zusammensetzung von völlig magerem bzw. fettfrei geschnittenem Fleisch normal ernährter Tiere sehr gleichmäfsig. Die Verschiedenheiten werden in erster Linie durch den wechselnden Fettgehalt hervorgerufen, welchen das Tier bei besserer oder schlechter Ernährung im Körper als Reservestoffe aufspeichert.

Die Bestimmung des Fettes in Fleisch und Fleischwaren hat aber auch mit Rücksicht auf den hohen Kalorienwert des Fettes ein grofses praktisches Interesse.

Über die Methode, das Fett in Fleisch und Fleischwaren zu bestimmen, liegen zahlreiche Arbeiten vor.

Vor allem kommt die Soxhletsche[1]) Methode in Betracht, deren Ausführung allgemein bekannt ist.

O. Franke[2]) modifiziert diese Methode, um im Fleische genauere Fettbestimmungen auszuführen in der Weise, dafs er das Fleisch zuerst mit Alkohol und dann wie gewöhnlich mit Äther in dem Soxhletapparate entfettet.

E. Voit[3]) behandelt eine grofse Menge, ca 100 g gut zerkleinerten Fleisches vorher mit Alkohol, um das Eiweifs zu einer krümeligen Masse zu verteilen und trocknet es dann bei niedriger Temperatur im Wasserbade. Die Substanz wird hierauf gestofsen und durch ein feines Drahtsieb gegeben. In einer Teilprobe erfolgt hierauf die Bestimmung des Wasser- und des Fettgehaltes, wobei letzterer in der Weise ermittelt wird, dafs mittels Äther im Soxhletschen Extraktionsapparate 24 Stunden lang extrahiert und das gewonnene Rohfett mit Petroleumäther aufgenommen und nach Filtration und Trocknen gewogen wird.

Polinanti[4]) bestimmt den Fettgehalt des Fleisches im frischen wasserhaltigen Zustande, indem er 2 g Fleisch und 2 g Quecksilber 6 Stunden lang mit 200 ccm Äther schüttelt und dann das Fett in einem Bruchteile der ätherischen Lösung bestimmt.

---

1) Soxhlet, Anleitung zur Hygiene. Untersuchung von Emmerich und Trillich, II. Aufl., S. 238.

2) Franke, Zeitschr. f. Biologie, 1897, Bd. 17, S. 549—554.

3) Voit, Zeitschr. f. Biologie, 1897, Bd. 17, S. 555—582.

4) Polinanti, Pflügers Archiv, 1898, Bd. 70, S. 366.

Digitized by Google

Liebermann und Szekeli[1]) wenden zur Fettbestimmung in Futtermitteln und Fleisch eine Methode an, welche darauf beruht, in einem Kolben von bestimmten Gröfsenmafsen die Fette der Untersuchungssubstanz mit 50proz. Kalilösung zu verseifen, die gebildeten Seifen mit Schwefelsäure zu zerlegen und die frei gewordenen Fettsäuren mit Petroleumäther auszuschütteln. Hierauf werden die Fettsäuren mit alkoholischer Kalilösung unter Zusetzung von Phenolphthalein genau neutralisiert und die gewonnene Seifenlösung im Wassertrockenschranke getrocknet und gewogen und auf Neutralfett berechnet.

Die ausgeführten Vergleichsanalysen zeigen mit der Soxhletschen Extraktionsmethode gute Übereinstimmung.

F. Tangl und J. Weiser[2]), welche nach diesem Verfahren eine Reihe von Fettbestimmungen in verschiedenen Fleischsorten ausgeführt haben, empfehlen die neue Methode wegen ihrer Genauigkeit und raschen Ausführbarkeit.

G. Rosenfeld[3]) wendet bei der Fettbestimmung im Fleische als Extraktionsmittel statt Äther Chloroform an und erhält dann nach Verdampfung dieses Lösungsmittels durch Ausziehen des Rückstandes mit kaltem absolutem Äther das reine Fett.

Alle diese Methoden verfolgen die Absicht, genauere Werte der Fettbestimmung im Fleische dadurch zu erhalten, dafs auch die geringsten in den Eiweifssubstanzen eingeschlossenen Fettmengen befreit und der Extraktion zugänglich gemacht werden, wie dies bereits von C. Dormeyer[4]) durch seine eingehenden und umfassenden Arbeiten über die quantitative Bestimmung des Fettes in tierischen Organen nachgewiesen wurde.

Wenn auch die vorstehenden Methoden bei genauer Einhaltung der Versuchsbedingungen eine zuverlässige Fettbestimmung ermöglichen, so sind sie anderseits so kompliziert und zeitraubend, dafs sie nur in einzelnen Fällen und auf besonders exakte Untersuchungen Anwendung finden. Die Möglichkeit, den

1) Liebermann und Szekeli, Archiv f. Physiol., Bd. 72, S. 360.
2) Tangl, F. und Weiser, J., Archiv f. Physiol., Bd. 72, S. 367.
3) Rosenfeld, Zeitschr. f. Unters. d. Nahrungs- u. Genufsmittel, 1901.
4) Dormeyer, Pflügers Archiv, 1895, Bd. 61, S. 341 u. 1896, Bd. 65, S. 81.

Digitized by Google

Fettgehalt von Fleisch und Fleischwaren leicht, schnell und billig, sowie mit hinreichender Zuverlässigkeit bestimmen zu können, würde von grofser praktischer Bedeutung sein.

Während die Fettbestimmung im Fleisch und in Fleischwaren bisher noch keine Vereinfachung zu einem exakten Schnellverfahren gefunden hat, hat die Fettbestimmung in der Milch und in Molkereiprodukten erhebliche Fortschritte gemacht, welche nicht nur das Bedürfnis in landwirtschaftlichen Kreisen, sondern auch das der Analytiker zu befriedigen vermochte.

Abgesehen von der zuverlässigen aräometrischen Bestimmungsmethode des Milchfettes nach Soxhlet hat die Gerbersche Methode unstreitig die gröfste Verwendung in Laboratorien wie in der Praxis gefunden. Dieselbe ermöglicht nicht nur in der Milch, sondern auch in Butter, Rahm und Käse ganz genaue Fettbestimmungen, und die technische Einrichtung des Verfahrens ist von Gerber in dem Mafse ausgearbeitet und vervollkommnet worden, dafs diese Methode Massenuntersuchungen in kurzer Zeit und mit gröfster Genauigkeit ausführen läfst.

Es erschien mir deshalb von Wichtigkeit, festzustellen, ob die Gerbersche Methode auch bei der Fettbestimmung im Fleisch und Fleischwaren anwendbar ist und unter welchen Voraussetzungen bzw. Abänderungen das Azid-Butyrometer im Fleisch und Fleischwaren exakte Fettbestimmungen ermöglicht.

Von der Generalverkaufsstelle von Dr. N. Gerbers Molkerei in Zürich[1]) werden zwei Sorten von Butyrometer in den Handel gebracht, von welchen das einseitig offene Butyrometer in 90 gleiche Grade eingeteilt ist und bei Verwendung von 11 ccm Milch je ein Grad der Teilstriche 0,1 % Fett angibt, während das beiderseitig offene Butyrometer zur Aufnahme von gröfseren Substanzmengen bestimmt, in 100 Grade eingeteilt ist und bei Verwendung von 5 g Butter oder Käse Fettmengen für jeden Grad der Skala 1 % Fett angibt.

---

1) Dr. N. Gerbers Azid-Butyrometrie. Univ. Bestimmungsmethode f. alle Milcharten und Milchprodukte, 9. Aufl., 1900; Vertreter: F. Hugershoff, Leipzig.

Digitized by Google

Die nächste Frage war nun, ob bei Verwendung von Fleisch im Azid-Butyrometer eine vollkommen klare und scharf abgegrenzte Fettschicht in dem Instrument erhalten wird, um eine exakte Ablesung der Fettmenge vornehmen zu können.

Zu den Versuchen diente zunächst frisches Rindfleisch, welches in einer kleinen Fleischschneidemaschine zerkleinert und gut gemischt wurde.

In die einseitig offenen Butyrometer wurde in wiederholten Versuchen je 5 g zerkleinertes Fleisch und 10 ccm der vorgeschriebenen konzentrierten Schwefelsäure mit einem spezifischen Gewicht von 1,820—1,825 gebracht und unter öfterem tüchtigem Schütteln im Wasserbade bei 60—70° C digeriert. Die Lösung des Fleisches erfolgte hierbei so langsam, dafs erst nach 1 bis 4 Stunden die durch die Säure sehr stark gequollenen Eiweifsmassen verteilt und gelöst waren. Aus der tiefdunkelbraunen bis schwarzen Schwefelsäurelösung des Fleisches konnte auch nach Zusatz der vorgeschriebenen Menge von 1 ccm Amylalkohol trotz andauernden und wiederholten Zentrifugierens keine klare abgegrenzte Fettschicht erhalten werden.

Auch bei Anwendung von 2,5 g Fleisch und dem vorgeschriebenen Zusatz von 10 ccm Schwefelsäure konnte die Abscheidung einer klaren Fettschicht trotz Anwendung von Amylalkohol nicht erreicht werden.

Der Grund liegt offenbar darin, dafs die konzentrierte Schwefelsäure mit dem Fleisch eine so zähe und dickflüssige Masse liefert, dafs die Trennung des Fettes von der Lösung sich ungenügend vollzieht.

Versuche, die nun in der Richtung angestellt wurden, die Auflösung des Fleisches mit einer verdünnteren Schwefelsäure vorzunehmen, führten zum Ziele.

Wird 1 Volumen der konzentrierten Schwefelsäure vom spezifischen Gewicht von 1,820—1,825 mit dem gleichen Volumen Wasser verdünnt, so erhält man eine Säure, die 2,5 bzw. 5,0 g zerkleinertes Fleisch im Butyrometer so rasch löst, dafs sie unter Einwirkung der Wärme und wiederholtem Schütteln bereits nach 5—10 Minuten erfolgt ist, während die konzentrierte Schwefel-

Digitized by Google

säure erst nach 1—4stündigem Behandeln des Fleisches völlig auflösend wirkte.

Es wurde deshalb zu allen folgenden Versuchen eine Schwefelsäure von 1 Vol. konzentrierter Schwefelsäure mit 1 Vol. destilliertem Wasser in Anwendung gebracht.

Die nächsten Untersuchungen wurden zur Erörterung der Frage ausgeführt, ob bei Verwendung der verdünnteren Schwefelsäure die Benutzung von Amylalkohol zur vollständigen Abscheidung des Fettes erforderlich ist. Hierbei ergab sich, dafs bei Behandlung von 2,5 g Fleisch im einseitig offenen Butyrometer, wie bei Behandlung von 5,0 g Fleisch im beiderseitig offenen Butyrometer mittels Schwefelsäure in Verdünnung von 1:1 keine klare Fettschicht erhalten wurde, solange Amylalkohol fehlte. Es blieb häufig an der Berührungsstelle zwischen Fett und Schwefelsäure eine weifslich trübe Masse, welche trotz wiederholten Erwärmens und andauernden Zentrifugierens bestehen blieb und eine genaue Ablesung der Grenzschicht unmöglich machte.

Wurde in diesen Fällen nachträglich der vorgeschriebene 1 ccm Amylalkohol hinzugegeben und wiederum geschüttelt und zentrifugiert, so entstand in jeder Probe sofort eine klare scharf abgegrenzte Fettschicht.

Da bei der Fettbestimmung des Fleisches im Azid-Butyrometer nur relativ kleine Gewichtsmengen, 2,5 resp. 5,0 g Fleisch, zur Anwendung kommen können, ist die ganz homogene Mischung der zu untersuchenden Fleischprobe eine unbedingte Arbeitsforderung. Eine solche Mischung läfst sich in gröfseren und kleineren Fleischportionen leicht mittels der bekannten Fleischschneidemaschine vornehmen, bei welcher durch eine Spiralwalze das eingeführte, knochenfrei geschnittene Fleisch gegen eine durchlochte Stahlscheibe gepreſst und hier durch ein gleichzeitig vor den Öffnungen rotierendes Messer zerkleinert wird. Auch sehr fettes Fleisch, bzw. Fleisch mit anhaftenden Stücken reinen Fettgewebes werden durch diese Fleischschneidemaschine rasch zu einem homogenen Brei verwandelt.

Ich nahm zunächst an, dafs ein dreimaliges Durcharbeiten des Fleisches durch die Fleischschneidemaschine eine so voll-

Digitized by Google

ständige Mischung der Masse ermögliche, dafs abgewogene Teilproben von 2,5 g gleichmäfsig gemischt sind.

Zur Feststellung, ob ein dreimaliges Durcharbeiten durch die Fleischschneidemaschine die vollständige Mischung bewirkt, wurden Kontrollversuche in der Weise ausgeführt, dafs von zwei verschiedenen auf obige Weise durcharbeiteten Fleischproben in 4 Einzelbestimmungen je 2,5 g frisches Fleisch abgewogen wurden und nach Auflösen des Fleisches mit Schwefelsäure und Abzentrifugieren des Fettes die Höhe der Fettschicht in Teilgraden des einseitig offenen Butyrometers abgelesen wurde.

Es ergaben sich

Probe	Fleisch A		Fleisch B	
	Fleisch g	Teilstriche Fett	Fleisch g	Teilstriche Fett
1	2,5	20,0	2,5	89,0
2	2,5	22,5	2,5	89,0
3	2,5	21,0	2,5	90,0
4	2,5	25,0	2,5	90,0

Diese und noch andere in gleicher Art ausgeführte Untersuchungen zeigten, dafs auch nach dreimaligem Durcharbeiten des Fleisches eine völlige homogene Mischung nicht erreicht wurden.

Zu den folgenden Versuchen wurde deshalb das Fleisch, von welchem jedesmal eine Menge von 250 g frisches Fleisch zur Verwendung kam, 7 mal durch die Fleischschneidemaschine getrieben, wobei die einzelnen Portionen vor jedesmaliger Rückgabe in die Maschine noch mit einem Spatel durchknetet wurde.

Auf diese Weise wurde erreicht, dafs die Kontrollbestimmungen des 7 mal durchgearbeiteten Fleisches nunmehr völlig übereinstimmende Werte gaben.

Diese Übereinstimmung tritt ein, gleichgültig ob sehr mageres oder sehr fettreiches Fleisch zur Verwendung kommt. So wurden

Digitized by Google

bei Verwendung von 2,5 g Fleisch in dem einseitig offenen Butyrometer folgende Teilstrichwerte an Fett gefunden:

Fleisch-probe g	Fett-Teilstriche Bestimmung 1	2
2,5	4,5	4,5
2,5	37,5	37,5
2,5	12,5	12,0
2,5	7,5	7,5
2,5	23,5	23,5

Mit dem beiderseitig offenen Butyrometer und Verwendung von 5 g Fleisch ergaben sich in beiden Kontrollbestimmungen nachstehende Teilstriche für Fett:

Fleisch-probe g	Fett-Teilstriche Bestimmung 1	2
5,0	28,3	28,3
5,0	17,0	17,0
5,0	30,5	30,5
5,0	6,7	6,7
5,0	5,5	5,5
5,0	27,0	27,0

Aus diesen Bestimmungen geht somit hervor, dafs man mittels des Azid-Butyrometers aus dem frischen gleichmäfsig gemischten Fleische völlig übereinstimmende Kontrollwerte erhält.

Bekanntlich werden die Butyrometer bereits fertiggestellt und mit den eingeätzten Teilstrichen für die Fettgrade in den Handel gebracht. Es erschien mir von Interesse, zunächst festzustellen, welchen Fettmengen ein Teilstrich der von mir verwendeten Instrumente tatsächlich entspricht.

Hierzu wurde völlig reines, wasserfreies Schweinefett in genau abgewogenen Mengen in das Butyrometer gebracht und dann, wie bei der Fettbestimmung im Fleische, die Behandlung

Digitized by Google

mit Schwefelsäure, Zusatz von Amylalkohol und Auszentrifugieren des abgeschiedenen Fettes vorgenommen.

Butyrometer Nr.	Abgewogenes Fett g	Gaben Teilstriche Fett	1 Teilstrich entspricht = g Fett
1	0,3000	26,5	0,01125
2	0,5000	45,0	0,01111
3	0,8000	71,5	0,01118
4	0,5585	50,0	0,01117
5	0,7962	70,0	0,01137

Die Teilung der verwendeten 5 Butyrometer ist somit eine sehr genaue. Im Mittel entspricht ein Teilstrich des von mir verwendeten einseitig offenen Butyrometers 0,01122 g Fett.

Bei Verwendung der beiderseitig offenen Butyrometer, welche, wegen der gröfseren Abstände der Teilstriche auch gröfsere Fettmengen der Bestimmung zugänglich macht, wurden unter Anwendung der gleichen Versuchsanordnung wie vorher die folgenden Ergebnisse gefunden:

Butyrometer Nr.	Abgewogenes Fett g	Gaben Teilstriche Fett	1 Teilstrich entspricht = g Fett
1	2,0000	41,0	0,0490
2	3,0000	59,5	0,0504
3	5,0000	100,0	0,0500
4	1,8031	37,5	0,0529
5	2,2704	46,0	0,0493
6	2,5491	52,0	0,0490
7	1,9658	40,0	0,0491
		Mittel	0,0500

Bei Anwendung von 5,0 g Fett in dem beiderseitig offenen Butyrometer gibt somit die abgelesene Zahl der Teilstriche direkt den Prozentwert des Fettes an.

Um die Zuverlässigkeit der Fettbestimmung von frischem Rindfleische mittels des Butyrometers weiterhin zu prüfen, wurden in nachstehenden 4 Versuchen das Fett des Fleisches in 2,5 g

Digitized by Google

frischer Substanz mit dem einseitig offenen Butyrometer und in derselben Fleischprobe unter Anwendung von 5 g Fleisch das Fett mittels Äther nach Soxhlets Verfahren bestimmt und im Mittel von 2 Kontrollversuchen folgende Werte erhalten:

Probe Fleisch 2,5 g	Teilstriche des Butyrometers	Nach Soxhlet gab 5 g Fleisch = g Fett	1 Teilstrich g Fett
1	22,1	0,4660	0,01054
2	12,2	0,2745	0,01121
3	12,2	0,2874	0,01173
4	79,75	2,3167	0,01162
		Mittel	0,01127

Der Skalenwert für das einseitig offene Butyrometer erweist sich demnach bei der direkten Verwendung von abgewogenen Fettmengen zu **0,01122 g** Fett pro Teilstrich der Skala, während er bei der Fettbestimmung im frischen Fleische, bestimmt auf Grund des nach dem Soxhletschen Verfahren gefundenen Fettgehaltes im Fleische, sich auf **0,01127 g** pro Strich der Skala stellte. Die Ergebnisse sind somit vollkommen übereinstimmend. Für den beiderseitig offenen Butyrometer ergab sich bei dem Kontrollversuch mit Schweineschmalz der Wert des Teilstriches der Skala zu genau **0,05 g** Fett.

Um festzustellen, mit welcher Genauigkeit in ein und derselben Rindfleischprobe der Fettgehalt mittels des einseitig offenen und mittels des beiderseitig offenen Butyrometers gefunden werden kann, dienten folgende zwei Versuche, bei welchen jede Fleischprobe behufs vollständiger und sicherer Durchmischung 7 mal durch die Fleischschneidemaschine getrieben worden war.

Als Skalenwert wurde nach dem obigen Befunde mittels abgewogener Fettmengen für das einseitig offene Butyrometer die Fettmenge von 0,01122 g Fett und für das beiderseitig offene Butyrometer die Fettmenge von 0,05 g Fett in Rechnung gebracht.

Digitized by Google

	Einseitig offenes Butyrometer				Beiderseitig offen. Butyrometer			
	Fleischprobe I		Fleischprobe II		Fleischprobe I		Fleischprobe II	
Verwendete Fleischmenge	2,5	2,5	2,5	2,5	5,0	5,0	5,0	5,0
Zahl der Skalenstriche	4,5	4,5	37,5	37,5	2,0	2,0	17,0	17,0
% Fett im Fleische	2,02	2,02	16,8	16,8	2,0	2,0	17,0	17,0

Wie man sieht, ergeben die beiden Butyrometer sehr übereinstimmende Werte.

Bei fettarmen Fleisch empfiehlt sich die Verwendung des einseitig offenen Butyrometers, da das kleinere Volumen des Skalenwertes einen gröfseren und besser ablesbaren Ausschlag in dem Instrument liefert.

Bei fettreicherem Fleisch ist die Verwendung des beiderseitig offenen Butyrometers nicht blos wegen der gröfseren Aufnahme des Fettes in dem Skalenteile des Instrumentes, sondern auch wegen der bequemen Fettbestimmung empfehlenswert, da der Skalenwert bei Verwendung von 5 g Fleisch direkt die Ablesung des Fettgehaltes in Prozenten zuläfst.

Die Bestimmung des Fettes im Schweine-, Kalb- und Hammelfleisch erfolgt in derselben Weise, wie ich sie bei den Versuchen mit Rindfleisch beschrieben habe. Der Skalenwert für das Fett bleibt derselbe, da die spezifischen Gewichte des Fettes nur geringe und bei der Bestimmung im Acid-Butyrometer nicht mehr zum Ausdruck kommende Differenzen zeigen.

Nach Benedikt Ulzer[1]) beträgt das spezifische Gewicht des Schweinefettes 0,935, das des Hammelfettes 0,940 und das des Rinderfettes 0,936 bei 15° C.

Bei Schweinefleisch, bei welchem zum Teil sehr hohe Fettwerte vorkommen, die bis zu 50 und 60% des knochenfreien frischen Fleisches ansteigen, ist naturgemäfs das beiderseitig offene Butyrometer anzuwenden.

1) Benedikt Ulzer, Analyse der Fette und Wachsarten, 1903, S. 560.

Digitized by Google

Ebenso wie im frischem Fleische gelingt die Bestimmung des Fettes in den verschiedenen Wurstsorten mittels des beschriebenen Verfahrens.

Hiebei ist zur Vorbereitung die Schale der Wurst abzuziehen, ebenso sind etwa vorhandene grobe Gewürzteile, wie Pfefferkörner, Kapern u. dgl. zu entfernen. Die Wurstsubstanz läfst sich mit der Fleischschneidemaschine ebenso bequem und vollkommen zerkleinern und durchmischen wie frisches Fleisch, nur ist auch hier ein wenigstens 5—7 maliges Bearbeiten mit der Fleischscheidemaschine erforderlich, um wirklich homogene Mischungen zu erhalten.

Während bei den Fleischwaren und Wurstsorten im Butyrometer regelmäfsig eine scharfe Abgrenzung der Fettschicht eintrat, war dies bei der Fettbestimmung bei den Fischen nicht jedesmal der Fall.

Insbesondere zeigte sich, dafs bei geräucherten Heringen, wie auch bei geräucherten Lachsheringen und Pökelheringen, namentlich dann, wenn die Fische durch das Lagern stärker ausgetrocknet waren, die Fettbestimmung mit dem Butyrometer unsicher wurde. In diesen Fällen wird nach dem Zentrifugieren zwischen der oberen klaren Fettschicht und der Fleischauflösung in der Schwefelsäure eine geringe Menge unlöslicher Substanz beobachtet, welche die Bildung einer scharfen Grenzschicht des Fettes und eine genaue Ablesung des Skalenwertes beeinträchtigt.

In solchen Fällen ist dann die Verwendung des Butyrometers nicht geeignet und mufs die Fettbestimmung nach einem anderen Verfahren, wie z. B. nach dem Soxhlet-Verfahren, vorgenommen werden.

Schlufsfolgerungen.

1. Für Fleisch und Fleischwaren kann die Fettbestimmung mit Gerbers Acid-Butyrometer in ebenso rascher und allen praktischen Bedürfnissen entsprechender Weise ausgeführt werden, wie dies bei der Fettbestimmung von Milch und Milchprodukten bekannt ist. Um genaue und

Digitized by Google

zuverlässige Werte zu erhalten, ist bei Verwendung von Fleisch und Fleischwaren erforderlich, dafs das Material in einer Fleischschneidemaschine vollkommen sicher, wenigstens 5—7 mal, durchgearbeitet wird, um eine so gleichmäfsige Fettverteilung zu erhalten, dafs zutreffende Durchschnittsproben entnommen werden können.

2. Zur Auflösung des Fleisches, sowie zum Freimachen des Fettes empfiehlt sich die Verwendung einer verdünnteren Schwefelsäure und zwar in der Weise hergestellt, dafs 1 Volumen Schwefelsäure von 1,820—1,825 spez. Gewicht zu 1 Volumen Wasser verdünnt wird.

3. In dem einseitig offenen Butyrometer sind 2,5 g Fleisch, in dem beiderseitig offenen Butyrometer 5,0 g Fleisch zu verwenden.

4. Es empfiehlt sich, in dem einseitig offenen Butyrometer zunächst nur ca. 8 ccm und in dem beiderseitig offenen Butyrometer ca. 17 ccm der verdünnten Schwefelsäure zuzusetzen, um in dem Instrument, welches in das Wasserbad von 60—70° C gestellt wird, noch soweit Raum zu lassen, dafs ein Schütteln des flüssigen Inhaltes möglich ist.

   Sobald die Fleischsubstanz durch wiederholtes Schütteln und durch Einwirkung der Wärme vollständig gelöst ist, setzt man 1 ccm Amylalkohol hinzu und weiter soviel der verdünnten Schwefelsäure, dafs die später sich ausscheidende Fettschicht in dem Skalenrohre sich sammeln kann.

5. Das Butyrometer ist dann etwa 3—5 Minuten zu zentrifugieren und nach nochmaligem Einstellen in das Wasserbad die ausgeschiedene Fettmenge an der Skala abzulesen.

   Durch eine Wiederholung des Zentrifugierens kann man sich überzeugen, dafs die völlige Ausscheidung des Fettes eingetreten ist und die Skala einen konstanten Wert einnimmt.

Digitized by Google

6. Die Auflösung der Fleischsubstanz in der verdünnten Schwefelsäure vollzieht sich in ca. 5—10 Minuten. Ohne Zusatz von Amylalkohol erfolgt in der Regel eine unvollständige Ausscheidung und Klärung des Fettes.
7. Die Resultate mit dem einseitig, wie mit dem beiderseitig offenen Butyrometer stimmen innerhalb der minimalen Fehlergrenzen des Ablesens der Fettschichten überein.
8. Die Verwendung des beiderseitig offenen Butyrometers empfiehlt sich insbesondere bei fettreichen Fleischsorten und Wurstwaren, und auch deshalb, weil die abgelesenen Skalenwerte bei Verwendung von 5 g untersuchter Substanz direkt die Prozentwerte des Fettgehaltes angeben.

Digitized by Google

Studien zur relativen Photometrie.[1])

II. Teil.

Vom

Dozenten Dr. **Stan. Růžička.**

(Aus dem Hygienischen Institute des Prof. Kabrhel in Prag.)

Einleitung.

Bei der hygienischen Beurteilung von Arbeitsplätzen in bezug auf ihre Beleuchtung vom Taglicht werden bisher zwei prinzipiell verschiedene Methoden in Anwendung gebracht:

1. Feststellung der absoluten Belichtungsintensität eines am betreffenden Arbeitsplatze liegenden weifsen Papierblattes mittels eines Photometers. Und zwar soll diese Messung an einem möglichst ungünstigen (dunklen) Tage vorgenommen werden.
2. Bestimmung des sogenannten (Licht-) Raumwinkels mittels des Raumwinkelmessers von L. Weber.

Der ersten Methode haftet besonders der folgende Fehler an, welcher eine Folge der Veränderlichkeit der Intensität des Taglichtes ist:

Es ist überhaupt unmöglich die Belichtung der Arbeitsplätze durch eine einfache Bestimmung der dortselbst in einem bestimmten Momente herrschenden Lichtintensitäten ohne weiteres zu charakterisieren.

---

1) Vorgelegt der Böhm. Kaiser Franz Joseph-Akademie in Prag am 29. April 1904.

Digitized by Google

[Nur bei Einhaltung ganz bestimmter Versuchsbedingungen (Ausführung der Messung unter ganz bestimmten Verhältnissen des Taglichtes im Freien) sind auf diese Weise brauchbare und vergleichbare Resultate zu erhalten. Die Prinzipien eines solchen Verfahrens — der relativen Photometrie — habe ich schon vor zwei Jahren angegeben[1]) und werde sie unten genauer auseinandersetzen und eine Methode beschreiben, welche ihre Ausführung ermöglicht].

Der Beurteilung von Arbeitsplätzen auf Grund des (Licht-) Raumwinkels ist besonders der prinzipielle Umstand hinderlich, dafs dieselbe nur das direkte Himmelslicht berücksichtigt, das von Wänden (gegenüberliegender Häuser, Wänden des Zimmers) usw. reflektierte aber unberücksichtigt läfst. Das reflektierte Licht kann aber die Belichtungsverhältnisse eines Arbeitsplatzes in sehr bedeutendem Mafse beeinflussen, so dafs der Raumwinkel ein zu ungenaues Mafs für dieselben ist. (Erismann)[2]).

Aufserdem ist die Ausführung der Raumwinkelbestimmungen, speziell das Aufzeichnen des Fensterbildes und die Auszählung der Quadrate und Quadratbruchstücke sehr schwierig und auch ungenau.

Diese Schwierigkeiten bei der Raumwinkelmessung haben Gotschlich[3]) bewogen, eine Vereinfachung der Methode nach älteren Mustern (Förster) zu suchen, denn »trotz dieser Mängel bleibt der Raumwinkelmesser immer noch unser genauestes und bestes Instrument, um die Menge des auf einen Platz entfallenden Himmelslichts zu messen«.

Weber hat bekanntlich in seinem Instrumente auf Veranlassung Cohns in sehr geistreicher Weise drei Faktoren, welche die Intensität des vom Himmelsgewölbe auf einen bestimmten Platz direkt auffallenden Lichtes beeinflussen, zur Geltung gebracht: und zwar erstens und zweitens die beiden Dimensionen (z. B. die vertikale und die horizontale) der vom betreffenden

1) Studien zur relativen Photometrie. (Archiv f. Hygiene, XLIII, besonders S. 263—264.)

2) Archiv f. Hygiene, XVII.

3) Die Tageslichtmessung in Schulen. (Klinisches Jahrbuch, 1904.)

Digitized by Google

Platze sichtbaren leuchtenden Himmelsfläche und drittens den Winkel, in welchem diese Lichtstrahlen auf den Platz auffallen. Und es ist eben die Berücksichtigung dieser beiden Dimensionen, nämlich die Ausmessung der oben erwähnten Quadrate und Quadratbruchstücke, welche bei der Raumwinkelmessung grofse Schwierigkeiten macht.

Gotschlich hat also eine einfachere Methode ausgearbeitet, indem er zwei von den drei die Platzintensität beeinflussenden Faktoren — die horizontale Dimension des Raumwinkels und den Einfallswinkel — aufser Betracht läfst und blofs den einen Faktor, die vertikale Dimension des Raumwinkels, den sogenannten Öffnungswinkel berücksichtigt, welcher Faktor »von wesentlichster Bedeutung für die Menge der einfallenden Lichtstrahlen ist«. Die noch zulässige untere Grenze für diesen Winkel setzt Gotschlich auf 4° fest. »Denn nur bei 4° noch blieben die Meterkerzenwerte stets, auch an trüben Tagen, über dem Minimum 25°.«

An zwei Schulzimmern, deren Ausmessung (Öffnungswinkel, Einfallswinkel, Raumwinkel, Meterkerzen [an hellen und auch an trüben Tagen]) der Autor zur Ausprobierung dieser Methode ausgeführt hat, stimmte es, dafs an Plätzen mit kleinerem Öffnungswinkel als 4° nie eine geringere Helligkeit als 25 Meterkerzen konstatiert wurde: als geringste Intensität bei 4° Öffnungswinkel hat Gotschlich 26,8 Meterkerzen gefunden, auffallenderweise aber bei 10° Öffnungswinkel auch nur 27,3 Meterkerzen.

Leider führt der Autor kein gröfseres Beobachtungsmaterial an; aus welchem Grunde auch eine theoretische Analyse der Grundlagen dieser Schätzungsmethode nicht angebracht erscheint.

Prinzip der relativen Photometrie.

Mittels der bisher besprochenen zwei Methoden der Beurteilung von Arbeitsplätzen in bezug auf ihre Beleuchtung vom Taglicht sind also brauchbare Resultate nicht zu erreichen.

Ich habe also, wie schon oben erwähnt, ein drittes Verfahren eingeschlagen, welches ich relative Lichtbestimmung nenne.

Digitized by Google

Ich gehe dabei von dem Gedanken aus, daſs man durch die erste Methode — Feststellung der absoluten Belichtungsintensität am betreffenden Arbeitsplatze in Meterkerzen — brauchbare und genaue Resultate erhalten könnte, wenn von den Hygienikern eine bestimmte »normale« ungünstigste noch zulässige Intensität des Taglichtes im Freien angenommen und zu den Messungen immer gewählt werden würde, bei welcher noch Arbeit in den Schulen möglich sein soll, also auch der dunkelste Arbeitsplatz in den Schulen noch wenigstens das angenommene Minimum von Belichtungsintensität[1]) haben soll.

Am besten ist diese normale Intensität des Taglichtes im Freien durch Messung der Lichtintensität des Himmelsgewölbes im Zenit zu charakterisieren.

Material zur Ermittelung dieser normalen ungünstigsten Taglichtintensität im Freien wäre durch systematische tägliche Messungen der Intensität des Himmelsgewölbes während der in bezug auf Beleuchtung ungünstigsten Jahreszeit (etwa November bis Ende Februar) zu den ungünstigsten noch in Betracht kommenden Tageszeiten (8—9 Uhr vormittags und 3—4 Uhr nachmittags). Solche Messungen beabsichtige ich im nächsten Winter auszuführen; wären aber von möglichst mehreren Seiten erwünscht.

Nun ist es jedenfalls praktisch unmöglich bei jeder Messung eben genau diese konventionelle normale Taglichtintensität abzuwarten. Wenn es uns auch gelänge, dieselbe für einen Moment zu erwischen, so wäre sie in den meisten Fällen bei der Ausmessung des zweiten und dritten Platzes sehr oft, ja meistens wieder schon geschwunden (resp. verändert).

Aus diesem Grunde habe ich vorgeschlagen zur Ausführung der Messung immer 1. eine annähernd normale Taglichtintensität zu wählen und 2. die Intensitätsbestimmungen an allen fraglichen Arbeitsplätzen sowie auch die Intensitätsbestimmung des Taglichtes im Freien gleichzeitig auszuführen.

Den auf die genaue konventionelle normale ungünstigste Taglichtintensität entfallenden Wert der Belichtungsintensität

1) Als solches wird meistens die Gesamtintensität von 20 Meterkerzen angenommen.

Digitized by Google

eines jeden Arbeitsplatzes kann man dann wohl ohne bedeutenden Fehler auf Grund einer Proportion bekommen:

Die abgelesene annähernd normale Taglichtintensität im Freien . . . . . n_1

Die konventionelle genau normale Taglichtintensität im Freien . . . . . n

Die abgelesene Intensität am Arbeitsplatze . . . . . J_1

Die der konventionellen Taglichtintensität im Freien entsprechende Intensität am selben Arbeitsplatze . . . J

$$J : J_1 = n : n_1$$

$$J = J_1 \frac{n}{n_1}.$$

Die ganze Sache erscheint klarer an einem bestimmten Beispiel.

Nehmen wir als die konventionelle ungünstigste Taglichtintensität (am Himmelsgewölbe gemessen) 2000 Meterkerzen an. Bei der Ausmessung einer Schulklasse an einem dunklen Tage (welcher der konventionellen ungünstigsten Taglichtintensität möglichst nahe entspricht) konstatiert man an einem Arbeitsplatze 30 Meterkerzen; und die gleichzeitig im Zenit des Himmelsgewölbes konstatierte Intensität ist 2500. Aus der Proportion $J : 30 = 2000 : 2500$ ergibt sich als die der konventionellen ungünstigsten Taglichtintensität entsprechende Belichtungsintensität des betreffenden Arbeitsplatzes $J = 24$.

Man nimmt bei dieser Berechnung an, dafs sich die Belichtungsintensität eines Arbeitsplatzes in demselben Verhältnis verändert wie die Taglichtintensität im Freien, welche ihre Quelle ist. Oder anders gesagt, dafs die an einem bestimmten Arbeitsplatze herrschende Lichtintensität ein bestimmter Bruch von der Taglichtintensität im Freien ist.[1])

1) Denn die Abblendungs-, Absorptions- und Reflexionsverhältnisse, welche die Gröfse dieses Bruches bestimmen, sind z. B. bei einem bestimmten Schulzimmer, bei einem bestimmten Arbeitsplatze ein für allemal gegeben, soweit keine baulichen Veränderungen am Schulzimmer oder gegenüberliegenden Gebäuden vorgenommen werden, soweit Fenster durch keine Vor-

Digitized by Google

Die Richtigkeit dieser Annahme ist für bestimm Bedingungen, welche bei der Ausführung der Messung eingehalten werden müssen, sehr wahrscheinlich (Messungen müssen natürlich nähere Auskunft geben).

Die Messung mufs nämlich an einem nebligen, düsteren Tage, dessen Lichtverhältnisse den konventionellen ungünstigsten entsprechen, vorgenommen werden, und zu solcher Tageszeit, während welcher sich die Sonne in möglichst ungünstiger Stellung, also möglichst tief am Horizont und möglichst weit von demjenigen Segment des Himmelsgewölbes befindet, welches den betreffenden Raum mit Licht versorgt. Also ein Raum, dessen Fenster gegen Osten gerichtet sind, mufs gegen Abend ausgemessen werden; ein westlicher Raum in der Frühe, nördliche und südliche Räume entweder abends oder früh.

Dadurch erreicht man nämlich an solchen nebligen Tagen, an welchen der Himmel ganz gleichmäfsig bedeckt ist, dafs das in Betracht kommende Segment des Himmelsgewölbes ganz diffus und sehr gleichmäfsig leuchtet. Und es ist dadurch ein sehr bestimmter Charakter des lichtspendenden Körpers gegeben.

Glücklicherweise ist es eben derjenige Charakter desselben, welcher für die hygienische Beurteilung von Arbeitsplätzen in Frage kommt: nämlich der ungünstigste.

Diejenigen Fälle, in welchen der Himmel nicht so gleichmäfsig bedeckt, oder sogar teilweise unbedeckt ist, sind in bezug auf Lichtverhältnisse immer die günstigeren. Für die hygienische Beurteilung sind aber eben die ungünstigsten Verhältnisse ausschlaggebend; der Hygieniker hat zu entscheiden, ob der betreffende Platz unter ungünstigsten noch in Betracht kommenden Verhältnissen noch genügend beleuchtet ist; um die günstigeren braucht er sich dann nicht weiter zu kümmern.

---

hänge u. a. verhängt, ihre Glastafeln nicht verschmutzt oder sogar weifsgestrichen werden, soweit die Aufstellung des Mobiliars im Zimmer dieselbe bleibt, der Wandanstrich keine wesentliche Veränderung erleidet und auch der Schatten der Schüler auf die Arbeitsplätze nicht fällt.

Bei Lichtmessungen müssen also Vorhänge vollkommen hinaufgezogen werden, die Reinheit der Glastafeln und des Wandanstriches etwa die ungünstigste noch geduldete sein, alle Schüler an ihren Plätzen sich befinden.

Digitized by Google

Der Umstand also, dafs die in der oben angeführten Proportion ausgedrückte Beziehung zwischen der Intensität des Himmelsgewölbes im Zenit und einer Platzintensität im Zimmer für solche günstigeren Belichtungsverhältnisse keine Gültigkeit hat — was ohne Zweifel zutrifft[1]) — tut der Richtigkeit meines Verfahrens keinen Abbruch.

Auf Grund der oben dargelegten Beziehungen ergibt sich nun endlich aber, dafs zur Bestimmung des Charakters eines Arbeitsplatzes in bezug auf seine Belichtung überhaupt keine absoluten Lichtintensitäten nötig sind[2]), wenn einmal der Wert der konventionellen minimalen Tageslichtintensität im Freien festgelegt ist. In solchem Falle genügt dann das Verhältnis zwischen der Tageslichtintensität und der betreffenden Platzintensität, natürlich das für die oben ausführlich besprochenen ungünstigsten Umstände geltende Verhältnis.

Wären z. B. als jene conv. min. Tageslichtintensität im Freien 2000 Meterkerzen angenommen und gälte als geringste zur Arbeit nötige Platzintensität 20 Meterkerzen, so würde das Grenzverhältnis 1 : 100 sein: Plätze mit einem Verhältnis von 1 : 101 oder noch mehr wären unterhalb dieser Grenze, Plätze mit einem Verhältnis 1 : 99 oder noch weniger wären oberhalb dieser Grenze.

Freilich kann man bei Kenntnis dieses Verhältnisses und der Minimalgrenze des Taglichtes auch die absolute Belichtungsintensität des betreffenden Platzes »unter den ungünstigsten Verhältnissen« sogleich angeben.

Also eine Lichtmessungsmethode, welche nur jenes Verhältnis bestimmen würde, würde zur Beurteilung der Tageslichtbeleuchtung von Arbeitsplätzen in Schulen usw. genügen.[3])

---

1) Direktes Sonnenlicht z. B. kann diese Verhältnisse vollkommen verändern.

2) Ebenso bei der Raumwinkelmessung und ähnlichen Methoden.

3) Ein ähnliches Prinzip liegt eigentlich auch der »Raumwinkelmessung« zugrunde, welche aber nur mit dem direkten Himmelslicht rechnet.

Digitized by Google

Zu diesem Zweck erscheint das Prinzip der chemischen Lichtmessungsmethoden besonders geeignet, wie im folgenden näher auseinandergesetzt werden soll.

Leider haben sich die von mir und von anderen auf die chemischen Lichtmessungsmethoden gesetzten Hoffnungen bei meinen systematischen Studien über diese Frage nicht bewährt.

Trotzdem halte ich es für nötig, über diese meine Studien zu berichten, um erstens diesen meinen Standpunkt in bezug auf den Wert der chemischen Lichtmessungsmethoden und zweitens meinen Übergang zu einer anderen Verfahrungsweise zu begründen.

Systematische experimentelle Analyse der Frage, inwieweit auf Grund der „chemischen" Lichteinwirkung eine brauchbare Lichtmessungsmethode konstruiert werden kann.

Das Licht im genauen Sinne des Wortes ist bekanntlich nur ein Teil der Strahlung, welche durch verschiedene Vorgänge ausgelöst wird. Nämlich derjenige Teil dieser Strahlung, welcher, auf unseren Sehapparat treffend in uns die ganz subjektive Empfindung des »Leuchtens« hervorruft.

Und da diese Strahlen, auf verschiedene Objekte treffend, von denselben in gesetzmäfsiger Art reflektiert werden, bringen sie uns Nachrichten von diesen Objekten: wir »sehen« — wie wir sagen — diese Objekte, wir unterscheiden auf diese Art Objekte voneinander.

Auf solcher Unterscheidung beruht z. B. auch das Lesen, Schreiben und ähnliche Arbeiten. Wir unterscheiden die bekannte Form des schwarzen Buchstabens von der weifsen Fläche des Papiers usw., und wir können nur dann den Buchstaben (natürlich von genügender Gröfse und genügender Dicke) mit genügender Sicherheit und Leichtigkeit unterscheiden, wenn von dem weifsen Untergrunde eine genügende Menge Licht in unser Auge kommt (von dem schwarzen Buchstaben kommen praktisch keine Strahlen): durch diesen Kontrast ist eben die Unterscheidung ermöglicht; andersartige Kontraste als schwarz-

Digitized by Google

grauweifs oder wenigstens annähernd schwarzgrauweifs spielen bei der Seharbeit des Kulturmenschen eine ganz untergeordnete Rolle).

Dadurch kommen wir zur Frage: welche ist die genügende Menge Licht?

Auf diese Frage gibt es natürlich keine einheitliche Antwort in Meterkerzen.

Im allgemeinen ist jene Lichtmenge genügend, welche einen solchen Kontrast beim Sehen der betreffenden Objekte hervorruft, dafs eine Unterscheidung von Details in dem zum betreffenden Zwecke nötigen Mafse ohne Überanstrengung des Sehapparates möglich ist.

Bei gröberen Arbeiten genügt eine schwächere Beleuchtung, bei feineren ist eine stärkere nötig.

Für die gröberen Arbeiten ist meist fast überall ziemlich leicht die nötige Menge Licht zu haben, so dafs in diesem Punkte die Hygiene meist keine besonderen Gründe zu besonderen Vorkehrungen hat.

Es gibt aber im Leben des Kulturmenschen eine grofse Menge, sozusagen das Gros von Beschäftigungen, welche im Punkte des Lichtbedarfes in einem annähernd gleichen Mafse erhöhten Anspruch erheben, und zwar in solchem Grade erhöhten Anspruch, dafs demselben nicht so ohne weiteres fast überall in den menschlichen Aufenthaltsräumen Genüge geleistet wird (hierher gehören vor allem alle mit Schreiben und Lesen verbundenen Arbeiten und dann viele gewerbliche Beschäftigungen, welche annähernd ebensolchen Lichtbedarf haben).

Für diese Fälle hat die Hygiene also die Pflicht, um entsprechende Lichtzuführung zu sorgen und die nötigen Grundsätze auszuarbeiten.

Man ist nun durch zahlreiche Einzelbeobachtungen (besonders Leseproben als eine einfache Art der Netzhautarbeit) an vielen Individuen zu einer Anschauung gekommen, welche Lichtmenge ungefähr durchschnittlich als die minimal genügende für solche Arbeitsplätze nötig ist: als solche können etwa 20 Meterkerzen angenommen werden.

Digitized by Google

Im Grunde ist natürlicherweise also für den Hygieniker das eigentliche Mefsinstrument zur Beurteilung der Belichtung eines Platzes immer die Netzhaut bei Verrichtung ihrer Arbeit.

Diese Methode aber, mittels welcher die Mindestforderung ermittelt worden ist, kann in der Praxis nicht zu Lichtmessungen für hygienische Zwecke allgemein verwendet werden, da sie nur anzeigt, ob der betreffende Platz die minimal genügende Beleuchtung hat oder nicht, aber keine weitere genauere Auskunft gibt. Vor allem macht aber ihre Umständlichkeit ihre Verwendung für die allgemeine Praxis absolut unmöglich; da bei derselben das Mittel aus vielen Untersuchungen genommen werden mufs, weil der »Lichtbedarf« des Auges auch bei Normalsichtigen individuell schwankt und auch mit dem Ermüdungszustande der Netzhaut und der ganzen augenblicklichen Disposition wechselt.

Infolgedessen mufste sich die praktische Hygiene nach anderen, objektiven Lichtuntersuchungsmitteln umsehen, welche man — unter Festhaltung der einmal mittels der Netzhaut ermittelten Mindestforderung — zu weiteren Ermittelungen an die Stelle der subjektiven Netzhaut substituieren könnte.

Im Prinzip kann man physikalische und chemische Lichtmessungsmethoden unterscheiden.

Die physikalischen genauen Photometer beruhen auf dem direkten Vergleich der zu messenden Lichtintensität mit einer Normalflamme durch das menschliche Auge. (Aufserdem ist hierher die Webersche Raumwinkelmessung zu rechnen, welche aber nur das vom Himmel direkt auffallende Licht berücksichtigt, das reflektierte nicht, also schon aus diesem Grunde keine genaue Lichtmessungsmethode ist.)

Die chemischen Lichtmessungsmethoden beurteilen die Lichtintensität nach dem Schwärzungsgrade einer lichtempfindlichen (Silberchlorid, -bromid-, -jodid- Schicht[1]), welchen die zu messende Lichtintensität in einer bestimmten Zeit hervorgerufen hat.

---

1) Andere chemische Lichtmessungsmethoden (z. B. die Chlor-Wasserstoffgasmethode) haben nur historisches Interesse.

Digitized by Google

Es gibt aber bisher keine praktisch geeignete Methode, welche solche genau gleichzeitige Messungen mit der erwünschten Genauigkeit und für alle Fälle ermöglichen würde.

Die Benutzung der sonst aufserordentlich genauen »physikalischen« Photometer, welche auf dem Vergleich der zu messenden Lichtintensität mit einer als Einheit dienenden bestimmten Lichtquelle basieren, ist für die Zwecke gleichzeitiger Bestimmung der Lichtintensität an mehreren Plätzen erstens praktisch kaum möglich. Denn man wird sich wohl nur in seltenen Fällen so viele Exemplare von diesen teueren Apparaten verschaffen können, als Plätze gleichzeitig zu messen sind.

Zweitens ist eine genaue Messung bei diesen Apparaten nur in solchen Fällen möglich, in welchen die Farbe des zu messenden Lichtes von derjenigen der Lichteinheit nicht gar zu sehr differiert, was aber nur in einzelnen Fällen zutrifft. Z. B. das Licht der Petroleumlampe oder der Schmetterlingsflamme des gewöhnlichen Leuchtgases oder der elektrischen Glühlampe ist sehr gut mit einer Benzineinheit zu messen. Viel schwieriger aber z. B. das Sonnenlicht, Azetylenlicht, Gasglühlicht, Licht der elektrischen Bogenlampe.

Ein genauerer Vergleich zweier verschiedenfarbiger Lichtintensitäten ist bisher nur durch Zerlegung in Spektra und Vergleich der Intensitäten einzelner Teile der Spektra möglich, zu welchem Zwecke aufserordentlich teuere und komplizierte Apparate, sogenannte Spektrophotometer dienen. Der hohe Preis und die Umständlichkeit einer Lichtintensitätsbestimmung schliefsen diese Apparate schon an sich von einem ausgedehnteren Gebrauch zu hygienischen Zwecken aus.

Weber hat bei seinem Photometer eine Vereinfachung in der Richtung angestrebt, dafs er durch Vorschaltung eines roten und dann eines grünen Glases vor das Auge bei der Ablesung aus der zu bestimmenden Lichtintensität (und gleichzeitig natürlich auch aus dem Lichte der Benzinflamme) im ersten Falle nur die roten, im zweiten Falle hauptsächlich die grünen und blauen (aufserdem in starker Abschwächung die gelben und orangefarbenen Strahlen) zum Vergleich herausnimmt. Aus diesen

Digitized by Google

zwei Ablesungen (der roten und der grünen) wird die Gesamtintensität berechnet.[1])

Leider werden bei dieser Berechnung also besonders die gelben Strahlen, welche unserem Sehapparat am stärksten leuchten, sehr wenig berücksichtigt.

Der ersterwähnte Mangel der physikalischen Photometer — Schwierigkeit einer gleichzeitigen Lichtbestimmung an mehreren Plätzen — fällt bei den chemischen photometrischen Methoden fort.

Dieselben beruhen nämlich darauf, dafs die Lichtintensität nach der Gröfse einer durch dieselbe hervorgerufenen chemischen Wirkung bemessen wird, nämlich nach der Intensität der Schwärzung, welche das Licht durch Reduktion in einer Schicht eines lichtempfindlichen Silbersalzes bewirkt.

In diesem Falle können wir also sehr leicht gleichzeitig auf mehreren Plätzen Stückchen eines mit der lichtempfindlichen Schicht versehenen Papiers dem Lichte exponieren.

Auch der zweite Mangel — die Unmöglichkeit eines genauen Vergleichs zweier verschiedenfarbiger Lichtarten bei direkter Beobachtung mittels unseres Sehapparates — erscheint bei den chemischen Lichtmessungsmethoden behoben: Alle möglichen Lichtarten geben eine Verdunkelung des lichtempfindlichen Papiers in demselben Ton, es entstehen Unterschiede nur in bezug auf die Intensität der Verdunkelung.

Unter solchen Umständen erschien das Prinzip der chemischen Lichtmessungsmethoden als besonders geeignet zur Ausarbeitung einer Methode zur gleichzeitigen Bestimmung von Lichtintensitäten an vielen Stellen und ich habe keine Mühe gescheut, über seinen praktischen Wert ins klare zu kommen.

Doch stand aber bisher der Verwendung dieser chemischen Methoden zur Lichtmessung ein sehr schwerwiegender Umstand im Wege, welcher selbst von Autoren, die sich mit der Lösung

1) Eine Darstellung dieser Methode siehe in Weber, Beleuchtung, S. 55. (Weyls Handbuch der Hygiene.)

Digitized by Google

dieser Frage beschäftigen, nicht in genügendem Maſse berücksichtigt wird:

Die bisher zu diesem Zwecke verwendeten lichtempfindlichen Schichten reagieren auf verschiedene Farben (überhaupt Wellenlängen) des Lichtes in einem wesentlich anderen Intensitätsverhältnis als unser Sehapparat.

So leuchtet z. B. den gewöhnlichen photographischen lichtempfindlichen Schichten in den Spektren der üblichen Lichtquellen am intensivsten die violett-ultraviolette Partie, schwächer schon das Blau und über Grün zum Gelb verliert das Spektrum schon fast vollkommen seine Einwirkung. Für unser Auge aber leuchtet eben der gelbe Teil am intensivsten usw.

Die Verdunkelung des photographischen Kopierpapieres zeigt also zum gröſsten Teil einen anderen Teil der strahlenden Energie an als die Lichtempfindung unserer Netzhaut.

Stünden jedoch diese beiden Teile in allen Fällen im Lichte zueinander in einem konstanten quantitativen Verhältnis, so wäre es doch wenigstens zu gewissen Zwecken möglich, auch dieses nicht adäquate Meſsmittel zur Messung des vom Auge perzipierten Teiles der strahlenden Energie zu benutzen. Ein solches konstantes Verhältnis besteht aber nicht: rotgelbe Lichtarten (Petroleumlampe, Leuchtgasschnittbrenner, elektrische Glühlampe, Kerzen usw.) enthalten relativ mehr Strahlen des langwelligen (rotgelben), die weiſsen und grünlichweiſsen Lichtarten (Azetylen, elektrisches Bogenlicht, Gas-, Petroleum-, Spiritus-Glühlicht, Sonnenlicht usw.) relativ mehr Strahlen des kurzwelligen (grünblauvioletten) Endes des Spektrums; wobei noch innerhalb dieser zwei Gruppen auch noch weitere Abweichungen in der quantitativen Zusammensetzung der verschiedenen Lichtarten aus Lichtstrahlen verschiedener Wellenlänge (resp. Farbe) bestehen.

Aber selbst innerhalb einer ganz bestimmten Lichtart ist diese Zusammensetzung keine ganz konstante: der Temperaturgrad der Flamme einer Lichtart — welcher durch die Gröſse der Flamme, Temperatur, Menge, Zusammensetzung der zuströmenden

Digitized by Google

Luft, resp. durch die Stärke des elektrischen Stromes usw., modifiziert wird — bedingt Abweichungen noch innerhalb einer und derselben Lichtart.

Ja, diese »Unberechenbarkeit« geht noch weiter: Selbst das Licht innerhalb eines und desselben Raumes, welcher von einer einzigen Lichtquelle beleuchtet ist, kann sein und ist sehr oft an verschiedenen Stellen des Raumes von verschiedener Zusammensetzung, da die farbigen Flächen sehr verschiedene (in bezug auf die Wellenlänge resp. Farbe) Teile des auf dieselben auffallenden Lichtes absorbieren und den Rest — welcher also eine ganz abweichende Zusammensetzung von dem Ursprünglichen hat — in den Raum zurückreflektieren (z. B. in einem rot ausgestatteten Zimmer kann das Licht ganz auffallend rot sein).

In der Tat geben auch Versuche mit der Verwendung des gewöhnlichen photographischen Kopierpapieres bei Kontrolle mittels eines exakten Photometers in solchem Grade abweichende Resultate, dafs ein solches Verfahren als vollkommen unbrauchbar bezeichnet werden mufs (vgl. meine oben zitierte Publikation).

Aus alledem kann man einsehen, wie weit schwieriger das Problem der Lichtmessung ist, als man sich es gewöhnlich, besonders auch in hygienischen Kreisen, vorzustellen pflegt.

Es ist klar, dafs nur ein solches lichtempfindliches Papier Hoffnung auf Verwendbarkeit geben kann, welches die verschiedenen Farben qualitativ und quantitativ ebenso intensiv »sieht« wie unser Sehapparat, welches nach meiner Ausdrucksweise möglichst genau netzhautadäquat farbenempfindlich wäre.

Im Jahre 1902 habe ich den ersten Bericht über meine Methode der relativen Photometrie erstattet[1]) und habe dabei die Hoffnung ausgesprochen, die Methode mittels eines möglichst netzhautadäquat farbenempfindlichen Papiers weiter auszuarbeiten, welches ich auch in meinem Vortrag öffentlich vorführte.

Das Papier war nichts anderes als eine direkte Verbindung des Andresenschen Rhodaminpapiers mit dem Auraminlicht-

1) Archiv f. Hygiene, XLIII, und Vortrag in der k. k. Gesellschaft der Ärzte in Wien. (Wiener klin. Wochenschrift, 1902, S. 687.)

Digitized by Google

filter zu einem einfachen Papier, welche Kombination nach den bisherigen Publikationen dem Postulate der netzhautadäquaten Farbenempfindlichkeit sehr nahezukommen versprach (näheres siehe an den zitierten Orten).

Bisher hat man sich nämlich bei den Vorschlägen zur Verwendung des Andresenschen Rhodaminpapiers zur Photometrie zu hygienischen Zwecken mit der groben Erkenntnis zufriedengestellt, dafs dieses lichtempfindliche Papier infolge der Sensibilisation mit Rhodamin ein zweites Maximum der Empfindlichkeit im Gelb, welches demjenigen unserer Netzhaut entspricht, besitzt, und dafs das erste Maximum im Blauviolett mit dem Andresenschen Auraminfilter abgedämpft werden kann.

Ich habe nun bereits im Juni 1902 in meinen oben zitierten Publikationen zuerst den genauen Weg formuliert, welcher in dieser Richtung einzuschlagen ist: auf Grund der von Andresen geschaffenen Grundlagen ein lichtempfindliches Papier herzustellen, welches nicht nur das Maximum der Empfindlichkeit, sondern die Empfindlichkeitskurve in ihrem ganzen Verlauf mit derjenigen der Netzhaut möglichst kongruent hätte: welches, wie ich mich kurz ausdrückte, netzhautadäquat farbenempfindlich wäre.

Ich finde es aus gewissen Gründen angezeigt, die betreffenden Stellen hier wörtlich wiederzugeben:

Archiv für Hygiene, Bd. XLIII, S. 240: »Unsere Netzhaut hat, wie schon erwähnt, ihr Empfindlichkeitsmaximum im gelben Teile des Spektrums und vom Gelben klingt nach beiden Seiten die Empfindlichkeit ab (unsere Netzhaut empfindet einerseits das Orange, Rot, anderseits das Grün, Blau, Violett, aber die ultraroten und die ultravioletten Strahlen nicht mehr). Es liefse sich sicher eine Kurve konstruieren, welche dieses Abklingen graphisch darstellen würde. Es fragt sich nun, ob auch für das Andresensche und das meinige Papier die Empfindlichkeitskurve für das »Gelbmaximum« genau dieselbe wäre« (nämlich wie für die Netzhaut), »denn nur dann wäre dieses Papier ein ganz genau adäquates Mafs für die Empfindungen der Netzhaut. — A priori kann man sagen, dafs es ein besonders günstiger Zufall wäre,

Digitized by Google

wenn dies zutreffen würde. Eine genaue Beantwortung dieser Frage wird aber sehr viel experimentelle Arbeit erfordern, welche ich noch nicht Gelegenheit hatte auszuführen«. — Und ebendaselbst S. 265 und 266: »Aber selbst dann, wenn sich die relative Lichtmessung aus dem Grunde theoretisch als unnötig erweisen sollte, dafs mein Papier als praktisch genügend netzhautadäquat empfindlich sich bewähren würde oder in diesem Sinne noch verbessert werden würde . . .« und Anmerkung 1: »Der Weg dazu ist theoretisch ganz klar und sicher gegeben: Das Filter so herzustellen, dafs es noch das blauviolette Ende — welches allerdings aber nur einen ganz geringen Anteil an der Leuchtkraft der üblichen Lichtarten hat — ‚sehe'. Eventuell auch noch durch andere Sensibilisation die Form der Empfindlichkeitskurve des Papiers für verschiedene Lichtstrahlarten derjenigen der Netzhaut näher zu bringen«.

Auf Grund dieser Prinzipien habe ich nun meine Studien fortgesetzt.

Dabei waren aber auch noch andere Umstände — aufser der möglichst genau netzhautadäquaten Farbenempfindlichkeit — zu berücksichtigen, wenn man eine sichere Entscheidung über die Verwendbarkeit der »chemischen« Lichtmessungsmethoden erreichen wollte:

Das lichtempfindliche Papier mufs in immer genau derselben Qualität herstellbar sein — und da das unten zu beschreibende Präparat nur in grofsen Quantitäten hergestellt werden kann — auch in seiner Qualität möglichst absolut haltbar sein.

Herstellung eines möglichst genau netzhautadäquat lichtempfindlichen Papiers.

Zum genauen Studium dieser Frage ist es nötig, Photographien des Spektrums auf dem fraglichen Papier herzustellen, um zu ermitteln, in welcher Intensität die verschiedenen Teile des Spektrums auf dasselbe einwirken.

Zu diesem Zwecke dienen sogenannte Spektrographen. Der Spektrograph ist im Prinzip ein mit einer photographischen

Digitized by Google

Kamera verbundener Spektroskop: der Spektroskop entwirft nämlich in der photographischen Kammer ein objektives Spektrum, welches auf das darin exponierte lichtempfindliche Papier einwirkt. Durch dieses Verfahren ist es ermöglicht, die verschiedene Empfindlichkeit des Papiers in bezug auf die verschiedenen Farben des Lichtes zu studieren.

Die Andresensche Kombination von Rhodaminpapier mit Auraminfilter hat sich bei näherer Untersuchung in der Richtung als nicht befriedigend herausgestellt, daſs das blauviolette Ende des Spektrums bis zur Wellenlänge 515 sehr stark absorbiert wird, so daſs ein nicht unbedeutender Teil des Spektrums, welcher unserem Sehapparat noch leuchtet, die erwähnte Kombination praktisch vollkommen unbeeinfluſst läſst.

Ich habe nach vielfachen Experimenten[1]) eine in dieser Richtung weit besser geeignete Filterschicht gefunden, welche den blauvioletten Teil des Spektrums in solchem Maſse nur abschwächt, daſs derselbe etwa in demselben quantitativen Verhältnis das Rhodaminpapier beeinfluſst wie unseren Sehapparat.

Die Filterschicht wird auf die folgende Art hergestellt:

1 l einer heiſs gesättigten dann abgekühlten und filtrierten alkoholischen Lösung von Acridinorange NO[2]),
100 ccm Alkohol,
400 g weiſsen Schellacks,
20 g Auramin O.

Unter häufigem Umschütteln wird die vollkommene Auflösung abgewartet und dann durch Watte sorgfältig filtriert, es muſs möglichst absolut frei von korpuskulären Bestandteilen sein.

Die Applikationsweise der Filtermasse auf das Rhodaminpapier wird weiter unten beschrieben werden.

Die Kombination dieses Filters mit dem Rhodaminpapier hat eine ganz überraschende Übereinstimmung der Empfindlich-

1) Groſse Dienste hat mir dabei das Werk von J. Formánek, Spektralanalytischer Nachweis künstlicher organischer Farbstoffe, Berlin, 1900, erwiesen.

2) Aus den Farbwerken Mühlheim, vorm. Leonhardt & Komp., Mühlheim am Main bei Frankfurt am Main.

Digitized by Google

keitskurve im Spektrum mit der Empfindlichkeitskurve der Netzhaut.

Zum Studium dieser Frage war es natürlich nötig, die quantitative Empfindlichkeitskurve erstens des Papiers und zweitens der Netzhaut in bezug auf dasselbe Spektrum zu konstruieren.

Das Verfahren, welches ich zu diesem Zwecke angewandt habe, soll im folgenden beschrieben werden.

Die Empfindlichkeitskurve des Papiers habe ich nicht auf die in der Photochemie übliche Art nach dem fertigen Spektrogramm[1]) gezeichnet, sondern auf Grund von Empfindlichkeitsmessungen in den einzelnen Teilen des Spektrums auf folgende Art konstruiert: Ein Streifen des Papiers wurde im Spektrographen der Einwirkung des Spektrums einer Gasschnittflamme durch 16 Stunden exponiert.

Dieser Streifen (Nr. 1) wurde aufgehoben und ein anderer frischer Streifen (Nr. 2) in den Spektrographen in gleicher Weise für 16 Stunden eingelegt. Beide Streifen zeigten in der Gegend der Natriumlinie *D* eine gleiche leichte maximale Schwärzung (im Bereiche der Wellenlängen 580—595). Der zweite Streifen wurde nun weitere 24 Stunden demselben Spektrum exponiert: die maximale Schwärzung in der Natriumliniengegend erschien dunkler, und erst in der Gegend der Wellenlänge 560 einerseits (gegen das violette Ende des Spektrums) und in der Gegend der Wellenlänge 604 anderseits (gegen das rote Ende des Spektrums) fiel die Intensität der Schwärzung bis zu derjenigen ab, welche der maximal wirkende Teil des Spektrums schon nach 16 Stunden aufwies.[2])

An diesen zwei Punkten brauchte also das Spektrum 40 Stunden, um denselben Verdunkelungsgrad hervorzurufen, wie es die Stelle 580—595 (Wellenlänge) in 16 Stunden zustande brachte. Man kann dies auch so ausdrücken, dafs mein lichtempfindliches

1) Die übliche Art, bei welcher eine Vergröfserung der Dunkelheit durch willkürlich gewählte Vergröfserung der Steilheit der Kurve ausgedrückt wird, ist für solche Zwecke unzureichend.

2) Durch Vergleich mit der Maximalschwärzung am Streifen Nr. 1 festgestellt.

Digitized by Google

Papier den Wellenlängen 560 und 604 beim benutzten Spektrum zweieinhalbmal weniger empfindlich ist als den Wellenlängen 580—595 gegenüber, weil zu derselben Verdunkelung in den Gegenden 560 und 604 eine zweieinhalbmal so lange Einwirkung nötig war wie in der Gegend 580—595.

Durch weitere 24 Stunden Einwirkung (im ganzen 64 Stunden Einwirkung) desselben Spektrums auf den Streifen (Nr. 2) »verschob« sich die in 16 Stunden bei der *D*-Linie erreichte Verdunkelung bis zu den Wellenlängen 522 und 618: Für diese Wellenlängen des benutzten Spektrums ist also das Papier viermal $\left(\frac{64}{16} = 4\right)$ weniger empfindlich als für die Wellenlängen 580 bis 595.

Auf solche Art wurde die Exposition durch 11 Tage fortgesetzt und die Fortrückung des bestimmten gewählten Verdunkelungsgrades bis fast zu den äufsersten Enden des sichtbaren Spektrums verfolgt.

Das Resultat zeigt die folgende Tabelle.

Die Mitte solcher Verdunkelung in den verschiedenen Teilen des Spektrums (Schmetterlingflamme des Prager Leuchtgases) wurde nach folgenden Expositionszeiten konstatiert:

Tabelle I.

Wellenlänge	Expositionsdauer in Std.	Wellenlänge	Expositionsdauer in Std.
456	256	604	40
485	160	618	64
496	136	650	88
502	112	664	112
510	88	672	136
522	64	690	160
560	40	714	256
580—595	16		

Durch graphische Darstellung der Werte der ganzen Tabelle (wobei Maximum der Empfindlichkeit 16 mm gesetzt ist) erhalten wir eine Empfindlichkeitskurve, welche anzeigt, von welcher (relativen) Intensität die einzelnen Teile des Spektrums in ihrer Einwirkung auf das empfindliche Papier sind. (Figur 2.)

Digitized by Google

Bei Spektren anderer Lichtarten würden natürlich diese Verhältnisse voraussichtlich zweifellos etwas anders erscheinen, da z. B. beim Sonnenlicht der blauviolette Anteil des Lichtes stärker ist als beim gewöhnlichen Gaslicht usw.

Nun galt es, die analoge Empfindlichkeitskurve der Netzhaut für dasselbe Spektrum zu konstruieren.

Als Meßprinzip mußte dabei im Grunde natürlich die Differenzierungskraft der einzelnen Teile des Spektrums in bezug auf schwarzen Druck auf dem Untergrunde der betreffenden Farbe aufgenommen werden und nicht ihre einfache Lichtstärke. Diese Differenzierungskraft des Lichtes ist nämlich eben das, was das Sehen — und besonders die Hygiene des Sehens — vor allem interessiert; und die Lichtstärke geht in den verschiedenen Farben mit der Differenzierungskraft des Lichtes nicht genau parallel.

Aus diesem Grunde mußte auch zu diesem Zwecke ein Spektrum von solcher Intensität gewählt werden, welches die Unterschiede in bezug auf Differenzierungskraft zwischen allen Teilen des Spektrums zutage treten lassen würde; also weder blendend starkes noch gar zu schwaches Spektrum; sondern ein solches, dessen intensivster Teil das etwa optimale Sehen eines gewöhnlichen Druckes ermöglichen würde. Die anderen Teile bilden dann alle Stufen und Übergänge bis zur absoluten Unsichtbarkeit des Probedruckes.

(Dasselbe Spektrum wurde auch zur oben beschriebenen Konstruktion der Empfindlichkeitskurve meines lichtempfindlichen Papiers benutzt.)

Ich habe somit die Konstruktion der Empfindlichkeitskurve der Netzhaut für dasselbe Spektrum — für welches die Empfindlichkeitskurve meines lichtempfindlichen Papiers konstruiert worden ist — auf die folgende Art ausgeführt:

Feines, auf einer Seite mit kleinem passendem Druck bedrucktes Papier wurde durch Einölen durchsichtig gemacht und auf das anstatt der Kassette in den Spektrographen eingeschobene Visiermattglas befestigt, so daß es von dem Spektrum durchleuchtet war (die Zeilen des Druckes senkrecht auf die

Digitized by Google

Längsachse des Spektrums). Es erschien bei dieser Anordnung der Druck in den einzelnen Teilen des Spektrums verschieden deutlich lesbar: am besten in der Mitte des Spektrums, und gegen die Enden des Spektrums wurde er immer undeutlicher bis ganz unsichtbar. (Der Versuch ist in der Dunkelkammer ausgeführt worden.) Die quantitative Beziehung dieser verschiedenen Gröfse der Deutlichkeit in den einzelnen Teilen des Spektrums resp. der Gröfse der Sehschärfe in den einzelnen Teilen des Spektrums wurde durch Bestimmung der Leseweiten des Druckes in den verschiedenen Teilen des Spektrums festgestellt.

Und zwar wurde die maximale Leseweite (36 cm) etwas seitwärts (gegen das rote Ende des Spektrums) von der D-Linie gefunden; $2^1/_4$ mm von diesem Maximum beiderseits die Leseweiten 32 cm, $4^1/_2$ mm beiderseits 30 cm usw. (s. die beigefügte Tabelle).

Tabelle II.

	In der Entfernung vom Punkte der maximalen Leseweite	Leseweite in Zentimeter
Gelbgrün-blauviolette Hälfte des Spektrums	$15^3/_4$ mm	8
	$11^1/_4$ »	22
	9 »	26
	$6^3/_4$ »	29
	$4^1/_2$ »	30
	$2^1/_4$ »	32
	Maximale Leseweite (Wellenlänge etwa 600)	36
orangerote Hälfte des Spektrums	$2^1/_4$ mm	32
	$4^1/_2$ »	30
	$6^3/_4$ »	29
	$11^1/_4$ »	22
	$13^1/_2$ »	12

Es handelt sich uns nun aber darum, eine Empfindlichkeitskurve für die Netzhaut zu bekommen, welche mit derjenigen für das Papier vergleichbar wäre. Der letzteren liegen die Intensitäten der Lichtwirkung in den verschiedenen Teilen des Spektrums zugrunde. Wir müssen also auch zur Konstruktion der analogen Kurve für die Netzhaut die konstatierten Lese-

Digitized by Google

weiten für die einzelnen Teile des Spektrums durch entsprechende Lichtintensitäten ersetzen.

Dies habe ich auf folgende Art ausgeführt: Die zur Bestimmung der Leseweiten im Spektrum benutzte Druckprobe wurde in verschiedenen Entfernungen von einer kleinen Lichtquelle (in der Dunkelkammer) aufgestellt und für jede Entfernung die Leseweite (wieder natürlich für mein Auge) festgestellt. (Es wurde dabei, wie bei der Bestimmung der Leseweiten im Spektrum, von der maximalen zur minimalen fortgeschritten.)

Die Resultate sind in der folgenden Tabelle zusammengestellt:

Tabelle III.

Entfernung der Druckprobe von der Lichtquelle in Zentimetern	Leseweite in Zentimetern
10	40
20	35
30	32
40	28
50	21
60	17
70	9
80	8
90	überhaupt unlesbar.

Setzen wir die Lichtintensität in der Entfernung von 80 cm von der Lichtquelle gleich 1, so bekommen wir daraus die folgende Tabelle:

Tabelle IV.

Lichtintensität	Leseweite in Zentimetern
64,0	40
16,0	35
7,1	32
4,0	28
2,6	21
1,8	17
1,1	9
1,0	8

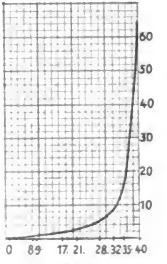


Fig. 1.

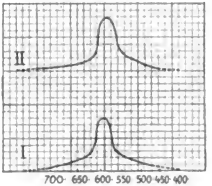
Die beigefügte Kurve gibt die graphische Darstellung dieser Beziehung.

Digitized by Google

Auf Grund dieser Kurve kann man nun in der Tabelle II die Leseweiten durch entsprechende Lichtintensitäten ersetzen, wodurch die folgende Tabelle entsteht:

Tabelle V.

	In der Entfernung vom Punkte der maximalen Leseweite	Lichtintensität
gelbgrün-blauviolette Hälfte des Spektrums	15 3/4 mm	1,0
	11 1/4 »	2,6
	9 »	3,7
	6 3/4 »	5,0
	4 1/2 »	6,0
	2 1/4 »	7,0
	Maximale Leseweite (Wellenlänge etwa 600)	20,0
orangerote Hälfte des Spektrums	2 1/4 mm	7,0
	4 1/2 »	6,0
	6 3/4 »	5,0
	11 1/4 »	2,6
	13 1/2 »	1,2



I. Empfindlichkeitskurve der Netzhaut.
II. Empfindlichkeitskurve meines lichtempfindlichen Papiers.

Fig. 2

Die graphische Darstellung dieser Lichtintensitätstabelle für die Netzhaut in bezug auf die einzelnen Teile des Spektrums gibt die Kurve B (Maximum gleich 16 gesetzt, um den Vergleich mit den Lichtintensitätskurven für die lichtempfindlichen Papiere zu erleichtern).

Es zeigt sich also eine überraschende Übereinstimmung zwischen der Empfindlichkeitskurve meines lichtempfindlichen Papiers und derjenigen der Netzhaut in bezug auf die verschiedenen Gattungen von Lichtstrahlen.

Man kann bildlich sagen: das Papier »sieht« sehr annähernd so wie unsere Netzhaut, natürlich alles nur in einem Ton.

Leider hat sich aber dieses theoretisch in so hohem Maße interessante Papier trotz sehr erschöpfender systematischer Studien und Versuche doch zur Lichtmessung als ungeeignet erwiesen, so daß ich auf Grund meiner ausgedehnten Erfahrungen auf diesem Gebiete überhaupt die Möglichkeit der Verwendbarkeit der chemischen Lichtmessungsmethoden zu nur einigermaßen genaueren Messungen für gleich Null halte.

Digitized by Google

Trotzdem halte ich es für notwendig, die Herstellungsweise des Papiers, sowie meine Versuche, es zu Lichtmessungen verwendbar zu machen, im folgenden zu beschreiben, um meinen obigen Standpunkt zu begründen.

Methode zur Herstellung meines lichtempfindlichen Papiers in möglichst genau bestimmter und homogener Qualität.

Sehr grofse Schwierigkeiten hat bei der Herstellung des Papiers die in der Überschrift dieses Kapitels angedeutete Forderung gemacht.

Zu diesem Zwecke ist es nötig:

1. Ein Substrat (Papier u. dgl.) zur Imprägnierung zu haben, welches immer in a) genau derselben und b) genau homogenen Qualität erhältlich bzw. herstellbar wäre.
2. Eine Methode zu haben, mittels welcher es möglich wäre, dieses Substrat jederzeit in genau derselben (und natürlich auch genau homogenen) Intensität zu imprägnieren.
3. Eine Methode zu haben, mittels welcher es möglich wäre, das Papier jederzeit mit einer Filterschicht von genau derselben (und natürlich auch genau gleichmäfsigen) Dicke zu überziehen.

Bisher hat man (Wiesner, Andresen) in der Weise bei der Imprägnierung verfahren, dafs ein Stück photographisches Rohpapier (sogar ohne genauere Angabe einer bestimmten Qualität) in der Lösung eine bestimmte Anzahl von Minuten gebadet, dann aus der Flüssigkeit herausgenommen und vertikal aufgehängt getrocknet wurde.

Sein Filter stellte Andresen in der Weise her, dafs er ausfixierte und rein ausgewaschene, unbenutzte photographische Bromsilbergelatineplatten nach Trocknung 10 Minuten unter fortwährender Bewegung der Schale in wässeriger Auraminlösung 1 : 60 badete, hierauf während 1 Minute in viel Wasser abspülte und dann trocknete.

Digitized by Google

Diesem Verfahren haftet eine Reihe Fehlerquellen an, welche ich dadurch zu beseitigen suchte, da es sich mir um ein möglichst vollkommenes Präparat handelte.

Für die Zwecke, welche Andresen z. B. verfolgte, war die Genauigkeit seines Verfahrens allerdings anscheinend genügend. Es handelte sich um Bestimmung des Anteils der Sonnenstrahlen, welcher durch die Atmosphäre absorbiert wird. Und es wird in dieser Richtung noch mit Angaben gerechnet, welche zwischen 8,5° (Andresen) und 41,1° (Lambert) sich bewegen.

Lichtbestimmungen aber für hygienische Zwecke müssen relativ weit genauer sein, wenn sie überhaupt Wert haben sollen.

Deswegen war es mein Bestreben, die Methode der Herstellung des Papiers, soweit als es möglich ist, von allen Fehlerquellen zu befreien.

1. Ich wählte eine bestimmte Marke des photographischen Rohpapiers Rives feinster Qualität von ganz glatter Oberfläche (aus der Fabrik photographischer Papiere E. A. Just & Komp., Wien, in Rollen à 24,75 m breit zu 20 Kronen).

Allerdings ist es schwer zu sagen, in welchem Mafse Garantie vorhanden ist, dafs selbst eine solche, ganz feine und ganz bestimmte Marke immer in genau derselben und genau homogenen Qualität erhältlich sein würde. Es läfst sich aber dabei nichts weiter machen.

Ich versuchte — da ich die Garantie, welche in einer bestimmten Fabrikmarke liegt, nicht für befriedigend hielt — ein anderes Substrat als Papier zu verwenden.

Vor allem Gelatinefolie, welche in bezug auf Aufsaugungsfähigkeit als sehr homogen und sehr konstant betrachtet werden kann. Aber solche Folien verkrümmen sich vollkommen bei mehrfacher Tränkung und nachfolgender Trocknung; so dafs sie zu diesem Zwecke unbrauchbar sind.

Auch auf Papier aufgetragene Gelatineschicht hat sich als ungeeignet erwiesen.

Der nächste Gedanke war, anstatt das Papier mit Silber zu imprägnieren, es mit Bromsilberemulsion zu überziehen und

Digitized by Google

der Bromsilbergelatineemulsion die Sensibilatoren direkt einzuverleiben.

Die spektrographische Untersuchung hat auch das günstige Resultat ergeben, dafs sich in Gelatine emulgiertes Bromsilber auf dieselbe Art mit Rhodamin und Natriumnitrit sensibilisieren läfst, wie im Rohpapier direkt suspendiertes Bromsilber, und dafs ein solches mittels sensibilisierter Bromsilbergelatineemulsion hergestelltes Präparat ebenso haltbar ist wie das gewöhnliche Andresensche Rhodaminpapier.

Es ist aber eine technische Unmöglichkeit, immer eine Emulsion von absolut gleichem Silbergehalt und absolut gleicher Feinheit herzustellen. Ferner ist es auch kaum möglich, zu erreichen, dafs immer eine absolut genau gleich dicke Schicht von Gelatineemulsion aufgetragen würde.

Diese Schwierigkeiten habe ich versucht dadurch zu umgehen, dafs ich einen Überschufs von Emulsion auftrug[1]) (eine so dicke Schicht, dafs die Lichtstrahlen die tiefsten Bromsilberteilchen überhaupt nicht mehr erreichten).

Leider hat sich bei diesem Verfahren wieder der Fehler eingestellt, dafs sich die in der Emulsion ursprünglich gleichmäfsig verteilten Sensibilatoren in der vom Rande aus gegen das Zentrum austrocknenden Emulsion beim Trocknen ungleichmäfsig verteilten: Ein Blatt auf diese Art hergestellten Rhodaminpapiers zeigt bei Lichteinwirkung konzentrische Ungleichmäfsigkeiten.

Es blieb mir also nichts übrig, als bei dem oben bezeichneten Rohpapier als Imprägnierungssubstrat zu bleiben.

2. Die von Andresen u. a. geübte Methode der Imprägnierung des Papiers leidet an dem Umstand, dafs ein aus der Flüssigkeit herausgenommenes und vertikal zur Trocknung aufgehängtes Papier in seinem oberen Teile zuerst austrocknet, wobei sich die überflüssige Lösung in den unteren Teil hinsaugt und hier durch Wasserverdampfung konzentriert wird, also das Papier stärker mit dem betreffenden Salze imprägniert.

1) Die durch Zusatz von Rhodamin und Natriumnitrit sensibilisierte Emulsion wurde auf eine ausnivellierte Papierfläche in einer $2^1/_2$ mm dicken Schicht ausgegossen und austrocknen gelassen.

Digitized by Google

Diesen Fehler in der Gleichmäfsigkeit habe ich auf die folgende Art ausgeschaltet:

Ich ziehe einen langen ($2^1/_2$ m) Streifen des Rohpapiers in bestimmter und gleichmäfsiger Schnelligkeit mittels eines Uhrapparates ($2^1/_2$ m passieren in $^1/_2$ Stunde) durch die betreffenden Lösungen, anstatt das Papier in den Lösungen eine bestimmte Zeit zu baden.[1])

Dadurch wird es erreicht, 1. dafs jedes Stück des Streifens eine bestimmte Zeit in der Lösung verweilt (eine bestimmte Schicht der Lösung und eine bestimmte Bahn, auf welcher der Papierstreifen die Lösung passiert) und 2. dafs das aus der Lösung heraustretende Papier infolge der ganz langsamen Fortbewegung nur sehr wenig überflüssige Lösung mitnimmt, so dafs jene Ungleichmäfsigkeit weit geringer ist und aufserdem nicht weit vom Anfang des Streifens sich immer durch von oben nachrückende Lösung ausgleicht. Das Stück am Anfang des fertigen Streifens wird von Benutzung deswegen ausgeschlossen.

Methode zur direkten Verbindung der lichtempfindlichen Schicht mit der Filterschicht.

Andresen benutzte bekanntlich zu seinen Versuchen Rhodaminpapier, auf welches er bei der Exposition sein Auraminfilter immer einfach auflegte.

Es ist aber sehr schwer möglich, nach Andresens Methode konstruierte Filter immer in genau derselben Qualität zu bekommen. Besonders aus dem Grunde, dafs keine Garantie vorliegt, dafs man Bromsilbergelatineplatten von genau derselben Dicke der Gelatineschicht bekommen würde.

1) Ich verwende dazu einen Glastrog ($58 \times 12 \times 12$ cm), welcher in einem auf 15 cm hohen Füfsen aufgestellten, etwas gröfseren, aber nur 4 cm hohen Blechtrog auf die eine Längskante des Bodens aufgestellt wird. (Der Blechtrog mit unterstellter Gasflamme dient bei Gelatinelösungen als erwärmendes Wasserbad.) Die Lösungen bedecken also nicht den ganzen Boden, sondern nur etwa seine Hälfte und den entsprechenden Teil der Seitenwand des Troges. Der die Flüssigkeit passierende Papierstreifen wird durch ein freiaufliegendes, dickes, mit Bleischrot gefülltes und verkorktes Glasrohr in der Trogkante niedergehalten.

Digitized by Google

Ich habe also ein Verfahren ausgearbeitet, mittels welchem es erreicht wird, dafs die Filterschicht unmittelbar auf das Rhodaminpapier aufgetragen wird. Und zwar geschieht dies mittels Durchziehens durch die oben beschriebene Filtermasse, was wieder durch den oben beschriebenen Uhrenapparat usw. geschieht, so dafs also eine fast absolut bestimmte und gleichmäfsige Schnelligkeit in Anwendung kommt.

Aufser der Forderung einer möglichst absolut bestimmten und gleichmäfsigen Dicke der Filterschicht war dabei aber noch eine zweite viel schwieriger praktisch ausführbare Forderung zu erfüllen:

Es mufste dazu eine Methode des Auftragens der Filterschicht gefunden werden, bei welcher die Rhodaminsilberschicht von der flüssigen Filterschicht vollkommen unberührt bleiben würde.

Die erste Methode, welche ich mit Andresen zur direkten Verbindung dieser beiden Schichten zuerst angewendet habe — direktes Überziehen des Rhodaminpapiers mit auramingefärbtem Celloidin — hat sich bei genauerer Prüfung als unbrauchbar erwiesen. Besonders aus dem Grunde, dafs das Auramin bei diesem Verfahren mit dem Silber in Berührung kommt und seine Lichtempfindlichkeit ändert.[1]) Aufserdem beeinflufst auch das Celloidin selbst im wesentlichen Mafse die Empfindlichkeit des Bromsilbers.

Mein Bestreben mufste also dahin gehen, jede Berührung zwischen diesen beiden Schichten zu vermeiden: also die Rhodaminbromsilberschicht zuerst mit einer Deckschicht zu versehen, und auf diese erst die Filterschicht aufzutragen.

Dabei galt es folgende, einander mehrfach kreuzende Forderungen zu erfüllen:

Die Deckschicht mufs möglichst absolut durchsichtig und homogen sein; durch ihre Auftragung auf die Rhodaminsilberschicht darf keine Beeinflussung der Empfindlichkeit der letzteren erfolgen. Im fertigen, trockenen Zustande mufs sie für die im flüssigen Zustande aufgetragene Filterschicht absolut

1) Auramin sensibilisiert Bromsilber mit einem Maximum im blauen Teile des Spektrums (Andresen).

Digitized by Google

undurchdringlich sein. Endlich mufs die Deckschicht zur Auftragung mittels des oben beschriebenen Apparates geeignet sein.

Die Filtermasse mufs in flüssigem Zustande so beschaffen sein, dafs sie beim Auftragen auf die Deckschicht in die letztere nicht eindringt. Sie mufs einen amorphen, durchsichtigen Körper in Lösung erhalten, welcher nach Verflüchtigung des Lösungsmittels die grofse Menge der in der Filtermasse enthaltenen Farbstoffe in aufgelöster Form aufzunehmen vermag, so dafs dieselben nicht auskristallisieren.

Nach ungemein zeitraubenden Versuchen hat sich endlich als geeignete Deckmasse Gelatine und als geeignete Filtermasse die oben angegebene herausgestellt.

Bei der Filtermasse mufste besonders auch jene Konsistenz (Gehalt an Schellack) und jene Konzentration der Farbstoffe ausprobiert werden, bei welcher beim Durchziehen des Papierstreifens mit der bestimmten Schnelligkeit durch die Filtermasse eine gerade so dicke Schicht der Filtermasse am Papier haften bleibt, dafs sie die Empfindlichkeitskurve desselben eben in der oben beschriebenen Weise modifiziert.

Beschreibung der ganzen Herstellungsmethode des neuen lichtempfindlichen Papiers.

Die wesentlichsten Punkte derselben sind fast alle oben schon erörtert worden.

Es erübrigt nur noch einen weiteren hier hervorzuheben.

Bei der Herstellung des Rhodaminpapiers, wie sie Andresen beschrieben hat[1]), mufs nach dem zweiten Bade das überschüssige Silbernitrat vollkommen aus dem Papier ausgewaschen werden. Dies ist bei kleineren Stücken des Papiers zwar unschwer auszuführen, aber bei langen Streifen, wie sie bei meiner Methode angewendet werden müssen, ist dies ohne ganz besondere Vorrichtungen kaum ausführbar. Ich habe diese Schwierigkeit dadurch umgangen, dafs ich das überschüssige Silbernitrat nicht auswasche, sondern den Papierstreifen nach Trocknung durch

1) Siehe Růžička, Studien zur relativen Photometrie. Dieses Archiv, XLIII, S. 238—239.

Digitized by Google

ein zweites Bromkalibad ziehe, so dafs das Silbernitrat in Silberbromid übergeführt wird, welches dem Papier nicht nachteilig ist, sondern seine Bromsilberbeladung erhöht.

Das überschüssige Bromkali samt dem Zersetzungsprodukt Kaliumnitrat braucht nicht so absolut genau ausgewaschen zu werden. Grofse Mengen davon benachteiligen aber jedenfalls die Qualität des Präparates, indem sie die Empfindlichkeit herabsetzen. Zu meinen Zwecken hat es sich als genügend herausgestellt, den Papierstreifen vor den weiteren Bädern durch ein Bad destillierten Wassers zu ziehen.

Das ganze Verfahren gestaltet sich sodann folgendermafsen: Ein 2,5 m langer und 37 cm breiter Streifen des oben bezeichneten Rohpapiers wird durch folgende Bäder mittels des Uhrenapparates gezogen (nach jedem Bade erfolgt Trocknung in der vertikalen hängenden Lage des Streifens, wie er langsam aus dem Bade herausgetreten ist):

1. Wässerige Bromkalilösung: 61 g BrK in 1 l destillierten Wassers (700 ccm[1]);
2. wässerige Silbernitratlösung: 120 g Silbernitrat in 1 l destillierten Wassers (700 ccm);
3. wässerige Bromkalilösung: 80 g Bromkali auf 1 l destillierten Wassers (700 ccm);
4. destilliertes Wasser (700 ccm);
5. destilliertes Wasser;
6. Sensibilisierungsbad[2]) (700 ccm);
7. 30° C warmes Gelatinenatriumnitritbad[3]) (500 ccm).

1) Eine gröfsere Menge wässeriger Lösungen zum Bade bei meiner Vorrichtung und bei der von mir geübten Schnelligkeit des Durchziehens darf nicht genommen werden, da das Papier infolge zu starker Durchtränkung weich wird und beim Durchziehen unter der ziemlich schweren Schrotwalze sich auf demselben Beulen und Unebenheiten bilden.

2) Seine Zusammensetzung ist die folgende (Andresen):

1 l destilliertes Wasser,
30 g Natriumnitrit,
25 ccm einer $^1/_2$ proz. alkoholischen Lösung von Rhodamin B.

3) Seine Herstellung: 25 g Gelatine werden in $^1/_2$ l destillierten Wassers aufgelöst, die Lösung filtriert, auf 30° C abgekühlt und 15 g Natriumnitrit in 25 ccm Wasser aufgelöst, unter Umrühren zugemischt, worauf das

Digitized by Google

Der Nitritzusatz ist nötig, da sonst das vorher einverleibte Nitrit zu stark ausgewaschen wird.

8. 30° C warmes Gelatinebad (10proz. wässerige Gelatinelösung, 500 ccm);
9. Filtermasse (700 ccm).

Ein auf diese Art hergestelltes Präparat zeigte nach acht Monaten kein für das bloſse Auge wahrnehmbares abweichendes Verhalten bei der Lichteinwirkung im Vergleich mit einem frischen Präparat.

Ablesungsmethoden.

Die nächste Aufgabe war nun die Ausbildung einer Methode, welche auf möglichst einfachem Wege eine möglichst genaue Ablesung der Lichtintensität aus der durch dieselbe hervorgerufenen Verdunkelung des empfindlichen Papiers ermöglichen würde.

Das auf die oben beschriebene Art hergestellte Papier zeigt zwar bei scharfer Beobachtung bei Lichteinwirkung geringe Ungleichmäſsigkeiten der Verdunkelung, welche auch durch die sorgfältigste Präparationsweise nicht zu vermeiden waren. Es war aber im voraus nicht möglich, zu entscheiden, inwieweit dieser Umstand die Brauchbarkeit des Papiers beeinträchtigen würde.

Die von mir zuerst vorgeschlagene Methode (Einreihen des fraglichen Papierstückchens in eine empirisch hergestellte Skala[1])

Bad sogleich benutzt wird. Bei höheren Temperaturen und bei längerer Berührung der Gelatine und des Nitrits bilden sich im Bade kleine Gasblasen, welche die Gleichmäſsigkeit und Undurchdringlichkeit der am Papier haftenden Schicht beeinträchtigen. — Das Bad wird während des Durchziehens des Papierstreifens auf gleicher Temperatur durch eine unter den (mit Wasser gefüllten) Blechtrog gestellte Gasflamme erhalten. — Warme Flüssigkeiten erweichen das Papier noch schneller als kalte; darum nur 500 ccm.

1) Herstellungsweise der Skala: Etwa 15 Stückchen (etwa 2 × 4 cm) des empfindlichen Papiers werden in verschiedenen Entfernungen (etwa 10, 11, 12, 14 . . . 45 cm) von einer kleinen runden Flamme bis zu einer bestimmten Verdunkelung in einer Dunkelkammer exponiert. Die Belichtungs-

Digitized by Google

habe ich bald verlassen, da die Skala lichtempfindlich ist, also durch Benutzung — die Ablesungen müssen ja beim Lichte vorgenommen werden — bei allen möglichen Lichtarten sich verändert, also unrichtig wird. Die Fixierung kann nicht angewendet werden, teils weil ihr Einfluſs auf den definitiven Grad der Dunkelheit des fixierten Papierstückchens ein schwer berechenbarer ist, teils weil die Fixierung meines empfindlichen Papiers in seiner jetzigen Form zu umständlich ist.

Auch die Herstellung lichtfester Skalen auf eine andere Art halte ich auf Grund meiner sehr ausgedehnten Versuche für kaum praktisch möglich. Besonders aus dem Grunde, weil das empfindliche Papier farbig (orange im unveränderten Zustande) ist und bei Verdunkelung durch Lichteinwirkung so komplizierte Farbentöne gibt, daſs dieselben in der nötigen Genauigkeit künstlich nur äuſserst schwierig herauszubekommen sind.

Endlich bin ich auf den Gedanken gekommen, an Stelle der farbigen Skalagrade farblose — also von Weiſs zu immer intensiverem Grau bis Schwarz fortschreitend — zu substituieren, und zur Ablesung eine bestimmte Lichtart (Licht von bestimmter Farbe) zu benutzen, bei welcher die Farbenunterschiede zwischen den abzulesenden Papierstückchen und den Skalagraden verschwinden würden.

Dies ist auch wirklich gelungen und die Ablesung in rotem (mit etwas Orange) Lichte beseitigte die Schwierigkeiten, welche die Methode unmöglich zu machen drohten: In solchem Lichte sind alle Töne meines lichtempfindlichen Papiers absolut gleichfarbig und kongruent mit einem entsprechenden Grade der schwarzgrauweiſsen Skala.

Eine weitere Verbesserung geschah dadurch, daſs die Skala durch einen Streifen Papier von kontinuierlich abfallender Schwärze (vom Tiefgrau an einem Ende bis zum Reinweiſs am anderen) ersetzt wurde, dessen einzelne Punkte mittels einer besonderen Methode geaicht wurden.

---

intensitäten (relative Werte) sind durch die Entfernung von der Lichtquelle gegeben. Näheres siehe in meiner Arbeit im Archiv f. Hygiene, Bd. XLIII, S. 243 usw.

Digitized by Google

Bei mit diesen Methoden angestellten Vorversuchen stellte sich vor allem heraus, dafs die Ausschläge, welche das neue lichtempfindliche Papier für bestimmte Intensitätsdifferenzen gibt, nicht sehr grofs sind, so dafs feinere Ablesungen ohne eine sehr feine Ablesungsvorrichtung unmöglich wären.

Aufserdem war bei allen diesen Methoden die Feinheit und Genauigkeit der Skala allzusehr von der sie herstellenden menschlichen Hand abhängig, was die Richtigkeit der Resultate sehr beeinträchtigte.

Ich entschlofs mich daher, die Skala durch eine weifse Platte zu ersetzen, deren Lichtheit resp. Dunkelheit durch Näherung einer Lichtquelle oder Entfernung von derselben modifiziert werden kann, wie dies bei mehreren anderen Photometern geschieht.

Auf diese Weise ist eine viel gröfsere Genauigkeit der Skala zu erreichen und aufserdem ist es mir gelungen, einen ziemlich einfachen Mechanismus zu konstruieren, welcher das Bild des abzulesenden Papierstückchens in der Mitte der Skalafläche als einen Fleck erscheinen läfst. Dieser Fleck hebt sich von seiner Umgebung nur durch seine eventuell abweichende Helligkeit oder Dunkelheit ab. Bei richtiger Einstellung der Skala verschwimmt er aber in der Skalafläche vollkommen und wird unsichtbar.

Auf Grund dieses Prinzipes habe ich zur Ablesung der Verdunkelungswerte exponierter Stückchen meines empfindlichen Papiers einen Photometer konstruiert, welcher viel genauere Ablesungen ermöglicht.

Die Genauigkeit der Ablesung habe ich bei meinem Apparate besonders noch dadurch gesteigert, dafs das als Fleck im Gesichtsfelde des Photometers erscheinende Bild des empfindlichen Papiers mittels eines Hebels bewegt werden kann, wodurch der Fleck für das beobachtende Auge auch bei sehr geringen Abweichungen von dem Hintergrunde leichter wahrzunehmen ist. Erst bei äufserst genauer Kongruenz des Hintergrundes mit dem Flecke ist er auch bei Bewegung nicht mehr wahrzunehmen.

Digitized by Google

Kurze Beschreibung des Apparates.

Der Apparat besteht im wesentlichen aus einer Dunkelkammer ($70 \times 13 \times 18$ cm), in welcher eine senkrechte weifse Platte (Skalaplatte) nach vorne und nach rückwärts verschiebbar ist. Ihre augenblickliche Lage wird aufsen an einer Millimeterskala abgelesen. Beim Visieren in die Dunkelkammer durch das an der Frontwand (13×18 cm) der Dunkelkammer befestigte Visierrohr bildet eben die weifse Platte das Gesichtsfeld. Neben dem Visierrohr ist die Frontwand mit einem Fensterchen versehen, in welches von aufsen das abzulesende Papierstückchen eingelegt wird, so dafs seine durch die zu bestimmende Lichtintensität verdunkelte Fläche in das Innere der Dunkelkammer blickt. Diese Fläche sowie die weifse Platte werden von einem etwa 8 cm hinter der Frontwand in der Dunkelkammer seitwärts von der Mittellinie stehenden Benzinlämpchen beleuchtet. Das Lämpchen steht aber in der Dunkelkammer nicht frei, sondern befindet sich in einem kleinen in die Dunkelkammer eingebauten Kämmerchen, welches von aufsen durch ein Türchen zugänglich ist. In der Vorder- und in der Hinterwand dieses Kämmerchens sind Fensterchen angebracht zur Beleuchtung einerseits des Einlegefensters, anderseits der weifsen Skalaplatte. Die Entfernung der Benzinflamme von dem eingelegten Papierstückchen ist ein für allemal fest gegeben, die Entfernung der weifsen Skalaplatte von der Benzinflamme kann beliebig und ablesbar variiert werden. Ein in der Dunkelkammer vor der Visieröffnung schief befestigtes Spiegelchen läfst beim Visieren das Spiegelbild der verdunkelten Fläche des eingelegten Papierstückchens als einen Fleck auf der Fläche der Skalaplatte erscheinen. Da die beiden Fensterchen der Lampenkammer mit den oben erwähnten roten Lichtfiltern versehen sind, so erscheint die (eigentlich weifse) Skalafläche und das Spiegelbild des (orangefarbenen) empfindlichen Papiers in roter Farbe. Durch Verschiebung der Skalaplatte wird nun diejenige Lage gefunden, bei welcher der Fleck in dem Gesichtsfelde verschwindet.

Digitized by Google

Die Millimeterskala wird vorher mittels einer auf die vorher beschriebene Weise gewonnenen Stufenskala[1]) auskalibriert und zur Erleichterung von Interpolationen auf Millimeterpapier die entsprechende Kurve konstruiert.

Mittels dieses Apparates habe ich vor allem das neue lichtempfindliche Papier in bezug auf seine Gleichmäfsigkeit untersucht.

Es geschah dies so, dafs einer kleinen Gasflamme in verschiedenen Entfernungen je zwei aus verschiedenen Teilen eines grofsen Streifens genommene Stückchen des Papiers exponiert wurden.

Es zeigte sich dabei, dafs Abweichungen von 7% des abgelesenen Wertes nichts Seltenes sind.

Da nun einmal das Papier zur Kalibrierung der Skala und dann zum zweiten Male zur eigentlichen Lichtmessung in Anwendung kommt, so macht sich der Fehler zweimal geltend. Dazu kommen noch die unumgänglichen Ablesungsfehler.

Es war also bereits in diesem Stadium sicher, dafs eine genügende Genauigkeit mittels dieser Methode nicht zu erreichen ist.

Die praktischen Versuche von Lichtmessungen mittels dieses Verfahrens haben aber noch viel gröfsere Abweichungen ergeben, als sie nach den eben angeführten Fehlerquellen hätten erwartet werden können.

Ich führe hier die Protokolle der Messungen an, welche natürlich mit dem Weberschen Photometer kontrolliert sind. Die Messungen sind an 4 Plätzen in einer von gewöhnlichem Gaslicht beleuchteten Kammer ausgeführt worden. (Platz I, II, III, IV.)

Bestimmung der Verhältnisse der Intensitäten

	mittels des lichtempfindlichen Papiers	mittels des Weberschen Photometers
I : II	100 : 187	100 : 158
I : III	100 : 44	100 : 39
I : IV.	100 : 12	100 : 12

1) Exposition einer Anzahl Papierstückchen in verschiedenen Entfernungen von einer Lichtquelle.

Digitized by Google

Ein anderer ähnlicher Versuch hat folgende Resultate ergeben (andere Plätze):

	mittels des Lichtempfindl. Papiers	mittels des Weberschen Photometers
I : II	100 : 415	100 : 307
I : III	100 : 202	100 : 167
I : IV.	100 : 59	100 : 43.

Diese sehr grofsen Abweichungen von den mit dem Weberschen Photometer erhaltenen Resultaten waren sehr überraschend.

Es gelang mir aber nachher noch eine wichtige Fehlerquelle, welche diesen chemischen Methoden anhaftet, herauszufinden. Leider ist sie — wenigstens beim jetzigen Stande der Photochemie — nicht zu beseitigen.

Dieser Fehler beruht im folgenden: Stellen wir uns vor, dafs die gelbe Filterschicht des Papiers genau gleichmäfsig aufgetragen ist, also eine dünne, von zwei genau parallelen Flächen begrenzte Platte darstellt. Diese Filterschicht hat dann zwar in bezug auf unter gleichem Winkel auffallende Lichtstrahlen dieselbe Dicke; aber Strahlen, welche unter verschiedenen Winkeln auffallen, müssen auf verschieden langen Bahnen das Filter passieren: senkrecht auffallende Lichtstrahlen haben die dünnste Schicht zu passieren; je mehr der Strahl schief auffällt, desto dicker findet er die Filterschicht. Also wenn auch das Präparat absolut gleichmäfsig gearbeitet wäre, so ist es doch in bezug auf Lichtstrahlen, welche unter verschiedenen Winkeln auffallen, ungleichmäfsig.

Und in der Praxis sind die Verhältnisse solche, dafs dieser Fehler in vollem Umfange zur Geltung kommt. Die Lichtstrahlen fallen auf die Arbeitsplätze (selbst auf einen und denselben Arbeitsplatz) unter allen möglichen Winkeln auf (direktes Himmelslicht selbst fällt unter verschiedenen Winkeln auf, dann von allen Wänden, Möbeln usw. reflektiertes Licht), während der Ablesungsapparat in bezug auf senkrecht auffallende Lichtstrahlen auskalibriert ist. Eine Kalibrierung, welche solchen ganz unbestimmten Auffallswinkeln Rechnung tragen würde, ist natürlich unmöglich.

Digitized by Google

Auf Grund meiner oben geschilderten systematischen Studien fasse ich mein Urteil dahin zusammen, dafs ich eine chemische Lichtmessungsmethode, welche in bezug auf Genauigkeit den Bedürfnissen der Hygiene genügen würde, für eine Sache der Unmöglichkeit halte.

Ich habe somit das Prinzip der chemischen Lichtmessung vollkommen verlassen und es ist gelungen, mittels physikalischer Lichtmessungsapparate ein Verfahren zusammenzustellen, welches den oben dargelegten Prinzipien der relativen Lichtmessung entspricht. Da dabei die genauen Photometer (z. B. Webers Photometer) benutzt werden können, so ist eine viel gröfsere Genauigkeit zu erreichen. Es ist dabei leider der unangenehme Umstand, dafs zwei Photometer zu solchen Messungen nötig sind, was bei genauen Instrumenten eine sehr grofse Summe repräsentiert (zwei Webersche Photometer kosten 800 Mark).[1])

Das Verfahren wird im folgenden Kapitel beschrieben werden.

Meine Methode der Ausführung der relativen Lichtbestimmung mittels physikalischer Photometer.

Die Verwendung des physikalischen Photometers zur Ausmessung von Schülerplätzen nach dem Prinzipe der relativen Photometrie, welches gleichzeitige Lichtbestimmung an vielen Plätzen voraussetzt, schien aus zwei Gründen unmöglich:

1. Es ist praktisch unmöglich, so viele Photometer zur Verfügung zu haben, als Plätze zu bestimmen sind.
2. Ablesungen bei Lichtarten, deren Farbe von derjenigen der Vergleichsflamme (Benzinflamme im Weberschen Photometer) abweicht, sind auf die übliche Art (Einstellung auf Verschwinden der Grenze zwischen beiden verglichenen Teilen des Gesichtsfeldes) unmöglich; besonders gilt das auch vom Taglicht. — Gegen die

1) Gotschlich (a. a. O.) scheint sogar der Preis der Raumwinkelmesser (30 Mark) noch relativ hoch ... es mufs ›unser Bestreben bleiben, für den praktischen Gebrauch, namentlich der Schulärzte, noch einfachere und trotzdem verläfsliche Methoden zur Messung der Tagesbeleuchtung zu finden.‹

Digitized by Google

Berechnung auf Grund zweier Ablesungen in Rot und Grün erheben sich begründete Bedenken. — Weber selber äufsert sich folgendermafsen über die von ihm zu diesen Berechnungen angegebene Tabelle: »Die Anwendbarkeit dieser Tabelle ist zunächst nur für solche Lichtquellen gültig, welche aus mehr oder weniger stark glühenden Kohleteilchen bestehen. Eine Anwendung auf Tageslicht oder andere künstliche Lichtquellen, wie Auerlicht, Zirkonlicht, ist nur mit einer gewissen Näherung zulässig.«[1]) Da aber über die Gröfse dieser Näherung keine genauere Auskunft vorliegt, ist es schwer, sich ein richtiges Urteil zu bilden.

Die erste Schwierigkeit läfst sich bedeutend herabmindern, da es genügt, wenn man immer einen Platz genau gleichzeitig mit der Ablesung des Himmelsgewölbes abliest und dadurch das Verhältnis seiner Belichtungsintensität zu derjenigen des Himmelsgewölbes bestimmt.

Bei dieser Problemstellung genügen dann zwei Photometer für eine ganz beliebige Anzahl von Plätzen: Der eine Apparat dient zur Messung der Lichtintensität des Himmelsgewölbes im Zenit, der andere zur gleichzeitigen Ablesung der Belichtungsintensität an einem Arbeitsplatze. Der erste Apparat bleibt fortwährend gegen das Himmelsgewölbe gerichtet, während mittels des anderen ein Arbeitsplatz nach dem anderen abgelesen wird (bei Ablesung eines jeden Arbeitsplatzes wird immer gleichzeitig das Himmelsgewölbe abgelesen).

Die ganze Messung mufs natürlich unter den »konventionell ungünstigsten« möglichst nahen Lichtverhältnissen ausgeführt werden und alle bei der Erklärung des Prinzips der relativen Photometrie oben angeführten Vorsichtsmafsregeln müssen eingehalten werden.

Es empfiehlt sich, als Vergleichseinheit die Intensität des Himmelsgewölbes zu nehmen und nicht — was vielleicht natürlicher erscheinen könnte — die Flächenhelligkeit eines dem Tageslicht im Freien ausgesetzten Papiers (resp. der Milchglasplatte des Weberschen Photometers).

1) Weber, Beleuchtung, S. 57. (Weyls Handbuch der Hygiene.)

Digitized by Google

Die beiden Beobachter nämlich — der erste, welcher die Helligkeit des Himmelsgewölbes und der zweite, welcher die Helligkeit der Plätze abliest, — dürfen voneinander nicht sehr entfernt sein, um durch Zuruf oder ein anderes Signal den Augenblick des gleichzeitigen Ablesens zu markieren.

Es wäre aber in der Praxis oft sehr schwer möglich, ein Blatt Papier (resp. die Milchglasplatte) zur Ablesung des Taglichtes im Freien in der nötigen Nähe derart zu disponieren, dafs das Taglicht unter vollkommenem Ausschlufs zufälliger Blendungseinflüsse auf dasselbe einwirken würde: Zu diesem Zwecke müfste dasselbe so hoch disponiert sein, dafs es von keinem Gegenstande überragt wäre, so dafs eine ganze Halbkugel des Himmelsgewölbes es beleuchten würde. Nur auf diese Weise wäre eine solche Standardbeleuchtung vom Taglicht zu erreichen.

Viel leichter ist es, aus dem Fenster eines Nebenzimmers (um im betreffenden Lokale selbst das Fenster nicht zu verstellen, was eine Änderung der Belichtungsverhältnisse zur Folge haben würde) oder besser durch ein Dachfenster (event. eine Öffnung im Dache, welche meist leicht vorübergehend hergestellt werden kann) den Zenitteil des Himmelsgewölbes zu photometrieren.

Auch die zweite Schwierigkeit — mit der abweichenden Farbe des Taglichtes von derjenigen der Benzinflamme — glaube ich auf eine Art umgehen zu können, welche im folgenden erklärt werden soll:

Denken wir uns das Photometer annähernd richtig eingestellt: Man sieht dabei im Weberschen Photometer das Feld des Taglichtes als ein zentrales gräulich-weifsliches Oval, welches von einem orangefarbenen Ringe (das Feld des Benzinlichtes) umgeben ist. Kein menschliches Auge — soweit es nicht besonders eingeübt ist — vermag es bei der grofsen Verschiedenheit beider Farben zu entscheiden, ob die beiden Felder gleich intensiv leuchten oder ob das eine oder das andere mehr oder weniger intensiv ist. Man mufs erst einen recht grofsen Ausschlag von der richtigen Stellung machen, um auch bei der grofsen Farbendifferenz eine selbst für ein ungeübtes Auge wahrnehmbare Intensitätsdifferenz zu bekommen.

Digitized by Google

Man sieht dabei, dafs das Taglichtfeld im Kontraste zum intensiveren Benzinlichtfelde grau bis schwarzgrau, auf der anderen Seite im Kontraste zum minder intensiven Benzinlichtfelde milchweifs erscheint. Bei einiger Erfahrung erreicht man es, dafs die Punkte der Skala, in welchen das Taglichtfeld einerseits noch ausgesprochen grau, anderseits noch ausgesprochen weifslich erscheint, nur etwa 10 mm voneinander entfernt sind. Innerhalb dieser 10 mm erscheint das Taglichtfeld grauweifs mit mehr vorherrschendem Grau oder mehr vorherrschendem Weifs.

Bei der Ablesung gehe ich nun so vor, dafs ich — nachdem das Auge auf diese zwei Töne durch einige Hin- und Herbewegungen eingeübt ist — mich von dem noch ausgesprochen grauen Felde noch ein wenig dem neutralen Punkte nähere, so weit, dafs das Grau eben noch nicht gegenüber dem anderseitigen weifslichen Tone zurücktritt, sondern beide etwa gleichmäfsig gemischt erscheinen. Ebenso suche ich diesen Neutralpunkt von der »weifsen« Seite aus auf. Diese zwei Einstellungen werden abgelesen und ihr Durchschnitt als die richtige Einstellung angenommen.

Was die Wahl des Photometers zu solchen Messungen betrifft, ist folgendes zu bemerken:

Von den in der Praxis bekannteren Instrumenten ist vor allem an das Photometer von Weber zu denken, welches sehr genau gearbeitet ist und Ablesungen mit einer Genauigkeit bis etwa 1% des abgelesenen Wertes ermöglicht. Es mufs aber darauf geachtet werden, dafs die Benzinflamme absolut ruhig stehe, der Apparat (seine Laterne) mufs bei der Messung des Himmelsgewölbes vor Wind, Luftzug geschützt sein.

Der billige (26 Mark) Wingensche Helligkeitsprüfer[1]) ist im Prinzip ein vereinfachter Weberscher Photometer, welcher aber nur Ablesungen einiger weniger Werte (10, 20, 30, 40, 50 Meterkerzen) ermöglicht. Derselbe ist also schon aus diesem Grunde zu obigem Zwecke nicht verwendbar.

1) Beschreibung und Kritik siehe Wolpert, Die Tageslichtmessung in Schulen. (Klinisches Jahrbuch, 1904.)

Digitized by Google

Endlich gibt es auch einige Methoden (Cohnscher Helligkeitsprüfer, Pfeifferscher Lichtmesser[1]), welche auf dem folgenden Prinzipe basieren:

Eine bestimmte Leseprobe (Cohnscher Helligkeitsprüfer) bzw. einige Punkte einer Milchglasplatte (Pfeifferscher Lichtmesser) werden in der betreffenden Lichtintensität beobachtet. Die Lichtintensität wird dann mittels einer geeigneten Vorrichtung (Rauchglasplatten bei Cohn, Irisblende bei Pfeiffer) soweit abgeschwächt, bis die Leseprobe resp. die beleuchteten Punkte der Milchglasplatte noch eben genügend sichtbar erscheinen. Die Apparate sind empirisch graduiert und geben beide zu ungenaue Resultate. (Der Cohnsche Apparat ist überhaupt nur zu einer ganz groben Schätzung von Cohn konstruiert worden; der Pfeiffersche gibt schon deswegen zu ungenaue Resultate, weil selbst dieselbe Person dieselbe Leseprobe und ähnliches bei derselben Lichtintensität nicht immer mit derselben Deutlichkeit liest).

Schluſs.

Ich bin weit entfernt, die im vorhergehenden von mir vorgeschlagene Methode in der jetzigen Form als eine Methode der breiten Praxis hinzustellen. Das schliefst schon der hohe Preis des Instrumentariums aus.

Jedenfalls werden aber mittels derselben im Vergleich zu den bisherigen Methoden viel brauchbarere Resultate erhalten werden, welche auch direkte Vergleiche beliebiger nach derselben Methode ausgeführter Messungen ermöglichen.

Für wissenschaftliche Studien dürfte sie wohl als die geeignetste, die richtigste hingestellt werden.

1) Beschreibung und Kritik siehe bei Wolpert, Die Tageslichtmessung in Schulen. (Klinisches Jahrbuch, 1904.)

Digitized by Google

Untersuchungen über einige physikalische Eigenschaften von 50 Kleidungsstoffen, mit besonderer Rücksicht auf die Permeabilität in feuchtem Zustande.

Von

Dr. med. **S. J. de Lange,** prakt. Arzt.

(Aus dem Hygienischen Institut der Universität zu Amsterdam.)

Auf Anregung meines hochverehrten Lehrmeisters Dr. Saltet, ordentlicher Professor und Direktor des hygienischen Instituts der hiesigen Universität, begann ich diese Untersuchungen über die Nationalkleidertrachten. Die Tatsache, dafs die Kleidung unter gewissen Umständen (Lebensweise, Beschäftigung usw.) so geworden ist und auch Jahrhunderte hindurch so geblieben ist, wie sie sich in der Form der Nationalkleidertrachten uns zeigt, war der Reiz, der zur Untersuchung drängte. Der teleologische Gedanke, dafs etwas so Altes zweifelsohne viele gute Eigenschaften besitzen mufs, da es sonst schon lange zur Vergangenheit gehören sollte, gab die Anregung zu dieser Arbeit.

In der Literatur habe ich über diesen Gegenstand nichts finden können, daher war es notwendig, im voraus festzustellen, welche Eigenschaften hauptsächlich zur Bearbeitung gelangen sollten, und was darüber im allgemeinen für die gegenwärtige Bekleidung schon festgestellt war.

In einer Voruntersuchung benutzte ich dazu 50 Kleidungsstoffe, die auch jetzt noch von der Arbeiterklasse zur Kleidung

Digitized by Google

gebraucht werden, und lernte aus der Literatur die vielen Arbeiten kennen, die über die Bekleidung im allgemeinen und über einzelne Eigenschaften und Gewebe insbesondere geschrieben sind.

Da begegnete ich in der Literatur immer und immer wieder dem Bahnbrecher der Kleidungshygiene, Rubner, der es verstanden hat, nicht nur den Weg zu bahnen, sondern auch alles zu ordnen und auf die einzig richtige Weise zu deuten.

Wie gerne hätte ich seine Experimente alle genau verfolgt und auf diese Weise eine ganz fundamentale Untersuchung über die Nationalkleidertrachten angefangen, aber das war leider unmöglich.

Im Amsterdamer Laboratorium der Hygiene kann man keine Untersuchungen über Wärmestrahlung und Wärmekapazität anstellen, weil es nicht genügend fest steht, um die feinen, äufserst zarten elektromagnetischen Instrumente anzuwenden. Daher war ich nur in der Lage, die anderen Eigenschaften zu untersuchen: die Dicke, Zusammendrückbarkeit, Permeabilität, das Vermögen Wasser aufzusaugen und festzuhalten, und das Gewicht, nebenbei auch das spezifische Gewicht und das Porenvolum. Aufser obengenannten Eigenschaften untersuchte ich die Art der Grundstoffe chemisch, mikroskopisch und durch den Brennversuch. Ich untersuchte auch die Webweise, und die Zahl der Fäden pro 1 qcm waren mir ein Objekt des Studiums.

Wenn man sich aber eine korrekte Vorstellung machen will von dem Wert der Gewänder als Bekleidungsmittel, so ist es notwendig, die Waren zu untersuchen so wie sie in den Läden verkauft werden, und nachher als getragenes Kleid, um vergleichen zu können, ob wirklich der Bekleidungswert in beiden Umständen nahezu derselbe geblieben ist oder doch prozentisch ebensoviel, mehr oder weniger gesunken ist als bei anderen, ähnlichen Bekleidungsstoffen. Dann erst wird es uns deutlich werden, dafs viele Gewebe — mit anscheinend grofsem Wert als Bekleidungsmaterial und dazu noch billig zu haben — am Ende einen viel geringeren Bekleidungswert haben und also doch teuer sind. In gewaschenem und getragenem Zustande und zumal auch während des Tragens ändern viele Kleidungsstoffe ihre Eigenschaften mehr

Digitized by Google

oder weniger, was notwendigerweise von grofsem Einflufs auf den Bekleidungswert sein mufs.

Was versteht man nun unter »Bekleidungswert«?

Bekleidungswert nennt man die Summe aller Eigenschaften eines Stoffes in bezug auf die Leistung, die man von diesem Stoff erwartet. Einfache Zahlen hierüber sind nicht zu geben, wohl ist es möglich, jede Eigenschaft insbesondere in Zahlen auszudrücken und auf diese Weise einen Eindruck des Bekleidungswertes zu bekommen. Wenn also in obenstehender Definition gesprochen wird über die Summe aller Eigenschaften, so ist damit keineswegs gemeint, dafs die Zahlen, die die verschiedenen Eigenschaften anzeigen, zueinander hinzuaddiert werden müssen. Vielleicht dafs eine Vergleichung die Sache deutlicher macht. So wie man bei Examina den Kandidaten nicht nach der rechnerischen Summe der von ihm erworbenen Punkte beurteilt, sondern jedes Fach an sich betrachten soll, ebenso soll man die Kleidungsstoffe nur beurteilen nach ihren Eigenschaften absonderlich und in bezug auf das Ziel, wozu sie uns dienen sollen.

Welche Faktoren verdienen nun in dieser Hinsicht hauptsächlich Betrachtung?

1. Wärmekapazität und Wärmeleitungsvermögen;
2. Permeabilität, Porenvolum und Zusammendrückbarkeit;
3. Gewicht und Dicke;
4. Kapazität für Wasser;
5. Kosten und Dauerhaftigkeit;

Ohne Mühe schliefsen sich hieran die primären Eigenschaften, die die Ursache der verschiedenen obengenannten Eigentümlichkeiten sind, d. h. die Grundsubstanz, die Webweise und die Zahl der Fäden pro 1 ccm.

Ist es noch notwendig, weiter zu betonen, dafs nun bei Oberkleidern andere Eigenschaften in den Vordergrund treten als bei Unterkleidern? Nehmen wir ein Beispiel: als erste Bekleidungslage wird verlangt ein Stoff mit Wärmeleitungsvermögen, Permeabilität und wasserhaltender Kraft, so grofs, wie es nur eben

Digitized by Google

möglich ist, gegenüber geringe Dicke und Gewicht, geringe Kompressibilität und Kosten neben grofser Dauerhaftigkeit. Die Wärmekapazität ist hier von untergeordnetem Gewicht.

Bei einem Überzieher wird dagegen die Wärmekapazität der Faktor sein, welcher am meisten in Betracht kommt, und da man aus Erfahrung weifs, dafs diese Eigenschaft meistens mit grofser Dicke zusammengeht, wird man, um das Gewicht soviel wie möglich zu verringern, ein grofses Porenvolum verlangen, welches seinerseits wiederum grofse Permeabilität mit sich führt. Weiterhin darf ein derartiger Stoff sich nicht leicht benetzen lassen, mit anderen Worten, er soll bei Versuchen längere Zeit auf Wasser liegen bleiben, ohne sich vollzusaugen und unterzutauchen. Zum Schlufs ist der letzte Faktor, der Preis, von geringerem Einflufs, da ein Überzieher selten längere Zeit hintereinander getragen wird und daher auch längere Zeit benutzt werden kann.

Da ich die Methode Rubners zur Dickemessung als die einzig richtige ansehe, habe ich bei meinen Untersuchungen immer Gebrauch gemacht von dem von ihm konstruierten, sehr einfachen Apparat, dem sog. Spaerometer (siehe die Figur, vgl. Arch. f. Hyg. Bd. XXVII, S. 44). Mit diesem Apparat ist es möglich, die Dicke eines Gegenstandes auf 5 Micra genau abzulesen, mit oder ohne Druck. Dieser Druck ist ebenfalls mit grofser Leichtigkeit genau zu regulieren, daher ist zu gleicher Zeit auf ganz einfache Weise die Zusammendrückbarkeit mit diesem Dickemesser zu registrieren.

Es ist ohne weiteres deutlich, dafs die Dicke ein bedeutender Faktor ist bei der Beurteilung des Wertes der Kleidungsstoffe, doch ist diese Bedeutung vielmals überschätzt worden, weil dick und warm und gut nur noch immer allzuviel als Synonyma in der Kleidungsfrage gedeutet werden. Die Dicke ohne weitere Eigenschaften hat nur eine sehr untergeordnete Bedeutung für den praktischen Wert eines Bekleidungsstoffes. In Verbindung aber mit anderen Eigenschaften, zumal mit der Permeabilität und mit dem Gewicht, ist die Dicke immerhin eine Eigenschaft, mit der man zu rechnen hat.

Digitized by Google

In physikalischer Hinsicht aber ist die Messung der Dicke notwendig, weil ohne dieselbe viele wichtige Eigenschaften nicht zur Berechnung und daher auch nicht zur Beurteilung kommen können, z. B. das spezifische Gewicht und das Porenvolum.

Unter der Sammlung von Kleidungsstoffen, die ich untersucht habe, fanden sich die verschiedensten Gewebe; die Dicke variierte von 175 μ bis 2710 μ. Im allgemeinen sind die wollenen Stoffe dicker als die leinenen und baumwollenen, obgleich die Dicke auch im grofsen Ganzen von der Webweise abhängig ist, wobei sich bekanntlich herausstellt, dafs glattes Gewebe vielfach dünner ist als Flanell oder Trikot.

So fand ich glattes, baumwollenes Gewebe von inferieurer Qualität in einer Dicke von 175 μ, Manchester dagegen, ein baumwollenes, samtartiges Gewebe mit aufstehenden Fäden, 1922 μ, glattes, wollenes Gewebe 515 μ, dickes, wollenes »Baai« 2710 μ.

Die Zusammendrückbarkeit und die Dicke sind Eigenschaften, die miteinander in engem Zusammenhang stehen insoweit, dafs dicke, im gewöhnlichen Falle also nicht aus glattem Gewebe bestehende Stoffe mehr kompressionsfähig sind als dünne, aus glattem Gewebe bestehende. Für diese Eigenschaft hat die Webweise den gröfsten Einflufs, die Grundsubstanzen wenig oder gar keinen. Am deutlichsten wird dies, wenn wir die Zahlen nebeneinander stellen, womit prozentisch angegeben wird, wieviel das untersuchte Material komprimiert war.

Reduktion der Dicke bei Belastung mit 125 g pro 1 qcm:

	Glatte Webweise	Unebene Webweise
Baumwollene Stoffe .	71,5 %	58,5 %
Wollene Stoffe . . .	71,— »	62,6 »
Leinene Stoffe . . .	68,— »	—

Die Stoffe, obwohl untereinander sehr verschieden in Dicke, zeigen doch, wenn das Gewebe dasselbe war, prozentisch dieselbe Zusammendrückbarkeit.

Auch wenn wir eine schwerere Belastung anwenden, z. B. 250 g pro 1 qcm, kommen wir zu demselben Resultat (siehe folgende Tabelle).

Digitized by Google

Tabelle I.

	Name	Dicke in μ	Reduktion der Dicke in % bei Belastung von 250 g pro 1 qcm	Porenvolumen
	Baumwollene Stoffe			
Glattes Gewebe	Inferieure Qualität	175	79,1 %	434,3
	Mittlere »	213	67,7 »	608
	Bessere »	344	62,2 »	693,3
	Gefärbtes	266	71,4 »	558,4
Lockeres Gewebe	Gerauhtes graues Futter	1 177	63,1 %	703,9
	Molton	1 205	45 »	865,5
	Flanell	1 256	50,3 »	871
	Wollene Stoffe . .			
Glattes Gewebe	Inferieure Qualität	601	58,7 %	821,1
	Bessere »	515	61,6 »	834,4
Lockeres Gewebe	Tuch	1 059	66,1 %	830,1
	Flanell	1 461	38 »	888,3
	Biber	2 100	59 »	855,8
	»Baai«	2 710	52,8 »	887,9
	Leinene Stoffe . .			
Glattes Gewebe	Gew. Leinen . . .	330	53,3 %	545,4
	Kaiserleinen . . .	360	56,9 »	693,2

Theoretisch könnte man sagen, dafs die Stoffe am meisten komprimierbar sein sollten, die das gröfste Porenvolum besitzen, und wie die Tabelle zeigt, ist das auch im grofsen Ganzen der Fall, wenn man nur nicht erwartet, dafs die kleinen Unterschiede, welche die durch Berechnung gefundenen Zahlen des Porenvolums untereinander aufweisen, auch immer begleitet werden von ebenso grofsen Schwankungen in den Zahlen der Kompressibilität. Hat man doch immer mit sehr heterogenen Geweben zu tun, und man soll niemals vergessen, dafs die Verteilung und Anordnung der Poren, folglich auch die gröfsere oder kleinere Geschwindigkeit, womit die Luft aus den Poren auszutreiben ist, und vielleicht auch in einzelnen Fällen die Unmöglichkeit, Luft auszutreiben, diese Zahlen beherrschen.

Dafs diese Anschauungsweise nicht falsch ist, ergibt sich, wenn man eine Serie macht von drei oder mehr ganz gleich-

Digitized by Google

wertigen Geweben, in verschiedenen Qualitäten, wobei sich herausstellt, dafs die inferiöre Qualität ein gröfseres Porenvolum, daher auch eine gröfsere Zusammendrückbarkeit hat, bei geringerer Dicke, z. B.:

Tabelle II.

		Dicke in μ	Reduktion der Dicke bei Belastung von 250 g pro 1 qcm	Porenvolum
Gelbe ungebleichte Köper	Prima Qualität	844	73,6 %	721,6
	Mittlere »	785	71,4 »	751
	Inferieure »	702	68,6 »	789,2

Auf diesen Punkt komme ich aber gleich unten bei der Besprechung des Porenvolums zurück.

Übrigens kann man aus oben gegebenen Zahlen ableiten, dafs die Unterkleider, insoweit sie aus lockerem Gewebe bestehen, auf der Schulter z. B. nicht in ihrer ganzen Dicke berechnet werden dürfen, sondern nur in 60—70 % davon.

Welcher ist nun der Einflufs der Feuchtigkeit und des Waschens auf die Dicke und die Zusammendrückbarkeit der Stoffe?

Wenn man einen Eindruck von diesem Einflufs bekommen will, so kann man nur sagen, dafs er sehr ungleichartig einwirkt. Allerdings ist es ersichtlich, dafs der Bekleidungswert einen engen Zusammenhang mit diesem Einflufs hat.

Es gibt Gewebearten, die durch Waschen sich besser zur Bekleidung eignen, z. B. Nr. 23 und Nr. 24; andere dagegen, die entschieden an Bekleidungswert eingebüfst haben, z. B. Nr. 5 und Nr. 10, noch mehr Nr. 14 und Nr. 16.

Im allgemeinen ist das Waschen nicht vorteilhaft für die wünschenswerten Eigenschaften, nur die Permeabilität gewinnt fast immer bei der Reinigung, wie wir unten sehen werden.

(Siehe Tabelle III auf S. 228.)

Wegen mehreren, hier nicht zu erörternden Ursachen war es mir unmöglich, die Versuchsweise Rubners für die Permeabilität in Betracht zu ziehen. Dazu ist es auch anderseits gut, wenn zwei ungleiche Versuchsmethoden zu demselben Resultat gelangen.

Digitized by Google

Tabelle III.

		Neu			Nafs			Gewaschen		Trocken
3	Glatte Baumwolle	21,3	66,6	62,2	30	78,3%	73,3%	27	74 %	70,3%
5	Halbleinen	34	75	70,9	36	86,1 »	80,5 »	43	79 »	74,4 »
6	Gefärbte Baumwolle	36,1	73,4	68,5	34	84 »	78,2 »	34	82,3 »	76,4 »
7	Gestreifter Satin	40,2	69,6	63,9	47,5	78,9 »	72,6 »	44	81,8 »	76,1 »
8	Barchent	113	69,4	60,4	103	73,7 »	62,1 »	126	65,9 »	57,2 »
10	Halbleinen	35	74,2	65,7	37	86,5 »	79,7 »	35	88,5 »	81,4 »
11	Grobkörnige Baumwolle (Dorvlas)	43,5	78,8	76,3	39,5	86 »	82,2 »	44	73,6 »	70,4 »
[1])13	Baumwollenes Molton	116	65,9%	55,6%	92	67,3 »	57,5 »	66	80,3 »	72,7 »
14	Baumwollenes Molton	234	53 »	44 »	213	77,8 »	70,4 »	167	76,7 »	70 »
16	Baumwollener Flanell	125,6	56,9 »	50,3 »	85	68,2 »	58,9 »	77	74 »	69,5 »
17	Baumwollenes Molton (prima Qualität)	120,5	55,5 »	45 »	106	59 »	51,8 »	94	71,3 »	69,9 »
19	Biber	210	67,6 »	59 »	206	66 »	58,2 »	186	76,2 »	70,4 »
20	Blaues Leinen	33	60 »	53,3 »	67	67,1 »	61,1 »	56	80,3 »	75 »
21	Baumwollener Köper	44,3	76,7 »	71,3 »	49	86,7 »	80,6 »	54	81,4 »	74 »
22	Wollener Sportflanell	70,5	66,6 »	59,5 »	86	75 »	69,7 »	83,5%	80,2 »	76,5 »
23	Gerauhtes graues Futter	117,7	76 »	63,1 »	125	66,4 »	56 »	148	72,1 »	65,9 »
24	Englisch-Leder	105	73 »	70 »	112,5	79,5 »	73,8 »	120	74,1 »	70 »
25	Ungebleichte Baumwolle	47	62,1 »	57 »	nicht nachzuweisen			61,5	82,9 »	71,5 »
26	Ungebleichte Baumwolle (inferieure Qualität)	32,7	66 »	63,9 »	»	»		54,5	84,4 »	75,2 »
27	Baumwollener Sportflanell	70	62,8 »	53,5 »	73	72,6%	61,6%	63	76,9 »	71,4 »

1) Inferieure Qualität.

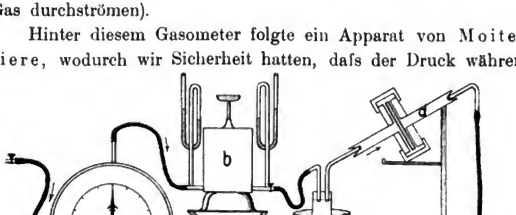
Digitized by Google

Nach vielem Suchen gelang es mir, eine Methode zu finden, womit Resultate zu erreichen waren, die, untereinander vergleichbar, alle auf eine Einheit zurückgebracht werden konnten.

Die Einrichtung war ziemlich kompliziert, und ich benutzte für diese Versuche keine Luft, sondern Leuchtgas, was aber auf die Endresultate vergleichenderweise keinen Einfluſs hatte.

Die Gasleitung wurde armiert mit einer Gasuhr (siehe Figur), die zuvor kontrolliert war (eine Drehung derselben lieſs 2650 ccm Gas durchströmen).

Hinter diesem Gasometer folgte ein Apparat von Moitessiere, wodurch wir Sicherheit hatten, daſs der Druck während



a Gasuhr, *c* Befeuchtungsflasche,
b Apparat von Moltefsiere, *d* Durchströmungsapparat.

der Dauer eines Versuches gleich hoch blieb. Derselbe ist aufserdem zu jeder Zeit an den beiden Manometern zu kontrollieren, die zur Seite des Apparates in dem ein- und ausgehenden Rohr angebracht sind. Weiter folgt der Durchströmungsapparat: ein gewöhnliches Kölbchen mit doppeltperforiertem Kork, welches zu später zu beschreibenden Zwecken dient, und dahinter eine Messingbüchse, welche in zwei Teile geteilt ist, jeder in der Mitte mit einer glatt geschliffenen Tafel versehen, zwischen die der zu untersuchende Stoff geklemmt wird.

Das Gas, welches durch den ganzen Apparat hindurchgeströmt ist, wird mittels eines Bunsenschen Gasbrenners verbrannt.

Um nun eine Vergleichung aller Stoffe zu ermöglichen, war es notwendig, eine Einheit zu schaffen, wozu uns zwei Möglichkeiten gegeben waren.

Digitized by Google

Erstens wäre es möglich gewesen, als Einheit die Zeit anzunehmen, welche die Gasuhr zu einer Drehung brauchte, wenn kein Gewebe in den Durchströmungsapparat gebracht war. Dazu sollte aber der Druck nicht nur während eines Versuches, sondern auch zu jeder Zeit derselbe sein müssen, was nicht der Fall war, denn mit dem Druck ändert sich die Durchströmungsgeschwindigkeit, folglich auch die Zeit. Unser Gasdruck wechselte nun von 30—54 mm Wasser. Nochmals betone ich aber hier, dafs der Druck während eines Versuches immer der gleiche war.

Ich nannte daher die Permeabilität 1 in dem Fall, dafs 100 ccm Gas in einer Minute unter einem Druck von 10 mm Wasser passiert durch 1 qcm Fläche des Durchströmungsapparats.

Die Durchströmungsgeschwindigkeit meines Apparats ohne Stoffeinsatz war, in dieser Permeabilitätseinheit ausgedrückt, 1,92. Die Berechnung geht nun folgendermafsen:

Bei einem Druck von 37 mm Wasser dauerte eine Drehung der Gasuhr (2650 ccm) 1 Min. 11 Sek. Wenn der Druck also 10 mm gewesen wäre wie bei der von mir vorgestellten Einheit, so sollte die Zeit 3,7 mal länger gewesen sein, d. h. 262,7 Sek. Dazu ist die Durchströmungsöffnung meines Apparats nicht 1 qcm, sondern 3,14 cm, was die Zeit in Beziehung zu unserer Einheit auf 824,878 Sek. bringt. In dieser Zeit strömen aber nicht, wie gesagt, 100 ccm durch den Apparat, sondern 2650 ccm, wodurch die Zeit reduziert wird auf 31,127.

Die Permeabilität steht nun in umgekehrtem Verhältnis zu der Zeit, also

$$60 : 31{,}127 = p : 1$$
$$31{,}127\, p = 60$$
$$p = \frac{60}{31{,}127}$$
$$p = 1{,}92.$$

In einer Formel zusammengebracht, könnte man sagen:

$$p = 60 \times \frac{i}{t \times d \times o},$$

angenommen, dafs p die absolute Zahl der Permeabilität vorstellt,
i den Einhalt der Gasuhr in 100 ccm,

Digitized by Google

d den Druck des Gases in cm Wasser,
o den Durchschnitt des Durchströmungsapparats in qcm
und t die Zeit in Sekunden.

Bei unserer Versuchsreihe waren nun i, o und oo konstant, d ist meistens konstant, so dafs man sagen kann:

$$p = \frac{C}{t}, \text{ wobei } C = \frac{60 \cdot i}{d \times o}.$$

Diese Konstante wird bei einem Druck von 37 mm Wasser in unserer Versuchsreihe ausgedrückt durch die Zahl 136,8.

Wenn ich nun Versuche über den Einflufs der Befeuchtung auf die Permeabilität machen wollte, so wurde die Flasche c mit Wasser von 37—38° C halbgefüllt und in ein Wasserbad von derselben Temperatur gestellt. Die Wasserdämpfe, die sich entwickelten, wurden von dem Gasstrom mitgeführt und teilweise von dem zu untersuchenden Stoff aufgenommen, eventuell daselbst kondensiert. Die Resultate dieser einfachen Versuchsanordnung finden sich in nachstehender Tabelle.

Auch war mir diese Methode sehr willkommen als Ergänzung der Methode zur Bestimmung der Wasseraufnahme.

(Siehe Tabelle IV auf S. 232 u. 233.)

Die Frage drängt sich nun auf, ob an dieser Bestimmungsmethode keine groben Fehler haften, erstens weil das gebrauchte Gas nicht trocken war und zweitens weil der Druck viel höher war, als Rubner sie angewendet hat. Ersteres habe ich durch eine andere Aufstellung meines Apparates untersucht und durch Einschaltung eines Trockenapparates. Die Resultate blieben ganz dieselben, und ich habe also keine Ursache, die Resultate als nicht genau anzusehen. Was den zweiten Punkt betrifft, stellt sich heraus, dafs ich dieselben Verhältniszahlen bekomme, wenn ich meine Zahlen mit den Zahlen Rubners vergleiche (siehe unten).

Es scheint mir weiter, dafs ich bei meiner Versuchsanordnung den Schweifsausbruch am menschlichen Körper einigermafsen nachahmen kann.

Digitized by Google

Tabelle IV. **Permeabilitätseinheit 1000 genannt. — Permeabilität nach 15 Minuten.**

Nr.	Art der Stoffe	Appretiert						Nafs (1 Lage)		Gewaschen		Nicht appret.	
		1 Lage		2 Lagen		3 Lagen				1 Lage (trocken)		1 Lage (nafs) 15 mm	
		t	Einh.	*t*	Einh.	*t*	Einh.	*t*	Einh.	*t*	Einh.	*t*	Einh.
		Sek.		Sek.		Sek.							
1	Baumwollen (inferieure Qualität)	91,3	149	133	102	159,3	85,8						
2	Baumwollen (mittlere Qualität)	80	171	105,7	129	116,5	11,7						
3	Baumwollen (bessere Qualität)	91,3	149	113,3	120	152,6	89,2	138	91,6	78	162	151	83,7
4	Leinen	107,3	127,9	162,2	84,3	197	69,4						
5	Halbleinen	203,3	67,2	282,4	44,9	412,3	33,1	∞	0	74	171	79	160
6	Gefärbte Baumwolle	72	175	74	171	75	168	94,2	134,2	74	171	74	171
7	Gestreifter Satin (bessere Qualität)	131	104,4	197,3	68,9	277,8	49,2	∞	0	85	148	102,8	123
8	Barchent (bessere Qualität)	76	167	84	150	93	135	83	152	79	160	85	148
9	Gestreifter Satin (inferieure Qualität)	74,2	170	77,8	162,2	83,2	154,4						
10	Halbleinen	91,4	149	117,2	116	145,3	95,5	∞	0	70	167	79,2	158
11	Grobkörnige Baumwolle	127,4	107	214,6	63,7	287,3	47,6	195	64,8	101,2	125	194	65,2
12	Grobkörnige Baumwolle (bessere Qual.)	142	96,3	221,3	61,8	301	45,4						
13	Baumwollenes Molton (inferieure Qual.)	78	176	86,4	155	95,2	146	124	112	82,6	153	90	140
14	Baumwollenes Molton (mittlere Qual.)	87	157	105,4	129	134,8	101	95,6	133	91	139	105	120
15	Baumwollener Flanell	68,8	183	71,8	176	74	171						
16	Baumwollenes Molton (bessere Qual.)	73,4	172	82,2	153,6	89,4	140,8	84	150				
17	Baumwollenes Molton (prima Qualität)	72	185	75	179	78	162	82,4	151				
18	Wollener Flanell (prima Qualität)	74	184	75,4	181	80	170						
19	Brauner Biber	75,2	168	80	157	84,4	149	87	145				
20	Blaues Leinen	76,6	179	81,8	167	86,4	159	97	132				
21	Baumwollener Köper	76,2	179	78,2	174	85	161	90,4	139				
22	Wollener Sportflanell	76,6	179	80,4	170	85,6	159	96,6	132,5				
23	Graues gerauhtes Futter	86,4	158	120,8	113	158,6	86	179,6	73,8				
24	Englisches Leder	79,2	159	87,4	144	104,4	121	240	55,2				
25	Ungebleichte Baumwolle	72,8	173	76,2	166	81	156	263	50,4	86	146	170	78

Digitized by Google

Fortsetzung zu Tabelle IV.

Nr.	Art der Stoffe	Appretiert								Gewaschen		Nicht appret.	
		1 Lage		2 Lagen		3 Lagen		Nafs (1 Lage)		1 Lage (trocken)		1 Lage (nafs) 15 mm	
		t	Einh.	t	Einh.	t	Einh.	t	Einh.	t	Einh.	t	Einh.
		Sek.		Sek.		Sek.							
26	Ungebleichte Baumwolle (inferieure Qual.)	71,8	176	73,6	171	76,4	165	205	64,5	94	134	180	73,6
27	Baumwollener Sportflanell	72,4	174	74	171	77,2	163	78	170				
28	Merinos (prima Qualität)	72,2	174	72,2	174	72,2	174						
29	Merinos (inferieure Qualität)	68,8	183	71,8	176	76,2	166	93	136				
30	Gefärbte Baumwolle	73	173	79	160	83,6	155	∞	0				
31	Wollstoff	74	171	78,6	161	84,4	149	85	148				
32	Dickes baumwollenes Molton	78	162	83,4	151	88	143	85	148				
33	Satinet	74,8	169	76,8	164	79	160	∞	0				
34	Trikotwollstoff	74,2	170	76,2	166	78,6	161	95	134				
35	Manchester	77,2	163	87,2	144	102,6	124	140	94,7				
36	Kaiserleinen	83	152	99,6	127	122,6	103	186	81,3				
37	Blauer Biber	69	182	71,4	177	74,2	170						
38	Rote Baumwolle	73,2	172	76,6	165	84	150	132,4	100				
39	Roter Wollstoff	68	184	69,4	181	71	178	85,6	147				
40	Grauer Wollstoff	67,6	185	69	182	69,6	181	89	141				
41	Graues Militärtuch	73,4	172	74,2	170	76,4	166	86,2	146				
42	Rotes Militärtuch	72,4	174	75,2	168	79	160	86	146				
43	Gefärbte Baumwolle	80,2	157	89,8	141	107,4	114	112,6	117				
44	Federleinen aus Halbleinen	72	175	74	171	76,8	164	∞	0				
45	Federleinen aus Halbleinen (infer. Qual.)	84	151	102	124	134	94,5	197,2	70,7				
46	Baumw. Gerstenkorn	126,2	100	194,4	60,4	264,4	47,4	226	59				
47	Baumw. Gerstenkorn	75	168	78	162	81	156	223	59,8				
48	Gelber Köper (inferieure Qualität)	87,8	144	108	117	121,8	104	125	101				
49	Gelber Köper (mittlere Qualität)		180	71,4	177	72,4	174	77	164				
50	Gelber Köper (bessere Qualität)	73,2	172	80,2	156	86	146	115,2	115				

Digitized by Google

Es erübrigt noch zu erörtern, warum ich nicht auch, wie Rubner, bei der Aufstellung meiner Permeabilitätseinheit die Dicke der Stoffe hinzugezogen und sie alle auf 1 mm Dicke berechnet habe. Ich tat dies nur, weil eben Flanell immer dick, glatt gewebte Baumwolle immer dünn gebraucht wird usw. und daher die Zahlen Rubners keinen praktischen, sondern nur theoretischen Wert haben.

Stelle ich meine auf 1 mm berechneten Zahlen neben die Zahlen Rubners, so finde ich folgendes:

	Rubner	Meine Zahlen
Leinen, appretiert . . .	788	779
Köper, nicht appretiert .	247	223
Militärtuch	86,4	82.

Ich glaube also, dafs ich berechtigt bin, auch aus meinen Zahlen einige Schlufsfolgerungen zu ziehen:

Neben den auf die Wärme Beziehung habenden Eigenschaften wird die Permeabilität immer als einer der wichtigsten Faktoren in der Bekleidungsfrage anerkannt, und eine gute Kombination beider Eigenschaften macht ein Gewebe zur Bekleidung geeignet.

In erster Instanz können wir sehen, dafs die Gewebe mit Appretur grofse Verschiedenheiten aufweisen, dafs aber schon nach der ersten Waschung die Unterschiede sich sehr verringert haben. Nehmen wir als Beispiel Nr. 5 der Kollektion, ein glattes, halbleinenes Gewebe, dann finden wir mit Appretur nur eine Permeabilität von 67,2, nach Waschung aber 171, was mit der Zahl für ungewaschenen Flanell übereinstimmt.

Viel wichtigere Änderungen ziehen aber unsere Aufmerksamkeit auf sich, wenn wir den Einflufs der Befeuchtung mit oder ohne Appretur untersuchen.

Mit Appretur finden wir bei demselben Stoff Nr. 5 die Permeabilität nach Befeuchtung *o*, ohne Appretur bleibt die Permeabilität selbst ziemlich gut erhalten, d. h. sie sinkt von 171 in trockenem Zustande auf 161 nach Durchnässung.

Bei den roh gewebten Stoffen aber können wir, wenn auch nicht so ausgesprochen, das umgekehrte Verhalten wahrnehmen. Die Permeabilität ist nach Waschung geringer, die Dicke der

Digitized by Google

Stoffe hat zugenommen, sie sind mehr oder weniger filzartig geworden.

Z. B. Nr. 13 »Baumwollenes Molton«, trocken ausgewaschen 176, naſs 112, sinkt nach Waschung auf 153, übereinstimmend mit Kaiserleinen Nr. 36 in gewaschenem Zustande. Macht man aber Nr. 13 nach Waschung und Trocknung abermals naſs, so sinkt die Permeabilität nur wenig, zuweilen auf 140, das ist aber immerhin 21 unter Nr. 5, das vor Waschung naſs $p = o$ hatte.

Die billigeren baumwollenen, roh gewebten Stoffe, wie Nr. 23 und 24, zeigen sich mehr von der Durchnässung beeinflufst als die teuereren, z. B. Nr. 18, 19 und 22, aber jedenfalls bleibt immerhin noch eine bedeutende Permeabilität zurück, zumal im Vergleich zu glatt gewebten, dichten Geweben, wie Nr. 5, 7 und 10.

Ich werde nun nur noch die meist permeablen Stoffe meiner Sammlung besprechen, um damit zugleich hervorzuheben, dafs Permeabilität, wenn nicht mit einem gewissen Mafse von Dicke und Dichtigkeit verknüpft, auch wiederum keinen so wertvollen Faktor bildet. Nr. 17 und 15 sind beide sehr gute Flanellsorten, aus Baumwolle hergestellt, mit grofsem Bekleidungswert. Ihre Zahlen sind 185 und 183, daneben finde ich die dünnste Qualität Merino Nr. 29, der gleichsam wie ein Sieb aussieht und so gut wie keinen Bekleidungswert hat. So auch finde ich wollenes Flanell Nr. 18 mit 184 und blaue Bever Nr. 37 mit 182, neben rotem, wollenem Stoff mit geringer Dicke und ziemlich geringem Wert 184, als auch grauen, wollenen Stoff mit gröfserem Bekleidungswert 185. Diese Beispiele sind mit vielen zu vermehren, aber es genügt mir, wenn es mir gelungen ist, nochmals zu betonen, dafs nur eine Reihe von Eigenschaften nebeneinander einem ein Urteil über dieses oder jenes Gewebe gestattet.

Bei Feststellung des Gewichtes von Kleidungsstoffen stöfst man auf Schwierigkeiten. Man mufs doch imstande sein, von allen zu untersuchenden Stoffen Stücke von gleicher Gröfse zu bekommen. Nach einigen erfolglosen Proben gelang es durch den Gebrauch eines sehr scharfen Hohlmeifsels, mit Blei als Unterlage. Auf diese Weise ist es möglich, mit einem starken

Digitized by Google

Hammerschlag aus 4—8 Lagen eines Stoffes vollkommen gleiche runde Stücke herzustellen, die sich untereinander nicht mehr als 1—2% im Gewicht unterschieden. Diese Stücke hatten einen Diameter von 40 mm, also eine Oberfläche von 12,56 qcm.

Es stellte sich heraus, dafs das Gewicht der verschiedenen Stoffe ziemlich grofse Abweichungen darbot; ich fand Zahlen von 140 mg pro Stück. Durch den grofsen Unterschied in Dickeabmessung können wir aber zur Vergleichung das absolute Gewicht nicht anwenden, und ist es daher notwendig, die Berechnung für das spezifische Gewicht zu machen, wodurch die verschiedenen Gewebe unmittelbar vergleichbar werden. Zur Verdeutlichung, wie die Berechnung gemacht wird, füge ich folgendes hinzu:

Nennen wir das absolute Gewicht eines Stückchens g, so soll 1 qcm des untersuchten Stoffes wiegen $\frac{g}{12{,}56}$ mg. Um jetzt das Gewicht eines Kubikzentimeters zu finden, mufs man $\frac{g}{12{,}56}$ mit der Zahl multiplizieren, die die Anzahl der Lagen angiebt, notwendig, um 1 cm Dicke des Stoffes zu machen, also $\frac{10}{d}$

$s \cdot g = \frac{g}{12{,}56} \times \frac{10}{d} = 0{,}796 \frac{g}{d}$ oder mehr, im allgemeinen

$s \cdot g = \frac{10\,g}{o \cdot d}$.

Bei den von mir untersuchten Stoffen variierte das spezifische Gewicht von 107,12 bis 755,44.

Unter den Stoffen mit niedrigem spezifischen Gewicht finden sich die dicksten Stoffe unserer Sammlung, die rohen, grob gewebten Stoffe, sowohl aus Wolle wie auch aus Baumwolle hergestellt. Je dünner und fester das Gewebe, desto höher steigt das spezifische Gewicht. Das höchste fand ich bei einem glatt gewebten, baumwollenen Stoff, sehr dünn und von inferieurer Qualität, die in appretiertem Zustande sehr stark gekleistert war.

In engem Zusammenhang mit dem spezifischen Gewichte steht die Eigenschaft der Gewebe, Wasser festzuhalten. Dieser

Digitized by Google

Faktor ist nicht nur wichtig für die Überkleidung (bei Regen, Durchnässung usw.), sondern noch viel mehr für die Unterkleidung, wenn wir an das Schwitzen und die Ventilation des Körpers denken.

Eine mathematisch genaue Berechnung dieses Faktors ist kaum zu machen, weil es sehr schwierig ist, auf physikalisch exakte Weise festzustellen, was man unter dieser Eigenschaft verstehen soll. In der Literatur finden sich zwei verschiedene Methoden zur Feststellung dieser Eigenschaft, und es ist immer wieder Rubner, der vollkommen klar den Unterschied auseinandergesetzt und auch den beiden Methoden einen Namen gegeben hat. Er spricht von maximaler und minimaler Kapazität für Wasser.

Die maximale Kapazität wird dadurch gemessen, dafs man ein Stück eines Stoffes von bekannter Gröfse und Schwere sich mit Wasser vollsaugen läfst, was man daran erkennt, dafs der Stoff im Wasser untertaucht. Er wird dann ohne Auspressung gemessen.

Die minimale Kapazität wird dadurch festgestellt, dafs man den Stoff nach Durchnässung stark auspreſst und nachher wiegt. Es ist ohne weiteres begreiflich, dafs, auf diese Weise festgestellt, sowohl die maximale wie auch die minimale Wasserkapazität niemals als ein konstanter Wert betrachtet werden kann. Bei der »maximalen Kapazität für Wasser« ist nicht genau auszumachen, wie lange man warten soll, bis man das Gewicht feststellt (es gibt ja Stoffe, die sich niemals so voll saugen, dafs sie untertauchen). Weiterhin ist nicht angegeben, ob man die anhängenden Wassertropfen vor dem Wiegen abfliefsen lassen oder auf andere Weise fortschaffen soll. Bei der minimalen Wasserkapazität ist es unmöglich, verschiedene Stoffe mit gleicher Kraft auszupressen, wenn man mit den Händen auspreſst.

Ich habe nun die Auspressung mechanisch versucht unter gleichem Druck für alle Stoffe, was mir aber nicht gelungen ist. Daher habe ich gänzlich von dem Versuch abgesehen, die minimale Kapazität für Wasser aufzunehmen und nur die maximale Kapazität in Betracht gezogen.

Digitized by Google

Die maximale Kapazität, Wasser festzuhalten, habe ich nun folgendermafsen festgestellt: Die zu untersuchenden Stückchen der Gewebe wurden nach gänzlicher Durchnässung in einem Gefäfs aufgehängt, das unten offen und in einem Reservoir mit Wasser aufgestellt war (siehe Figur). Von Dampfabgabe war also keine Rede, nur war die Möglichkeit gegeben, dafs das überflüssige, anhängende Wasser abfloſs. Nach einer halben Stunde wurden die Stückchen herausgenommen und gewogen. Auf diese Weise war es möglich, ziemlich konstante Resultate zu bekommen, obwohl man späterhin sehen wird, dafs auch diese Methode nicht völlig genau ist. Die mit dieser Methode gefundenen Zahlen variierten von 50% bis 900% (Gewichtsprozenten). Die nachstehende Tabelle (S. 240) gibt die so gefundenen Zahlen. Rubner nennt für Flanell selbst 1130%, woraus ich ableite, dafs er die Stoffe gewogen hat, ohne sie abtröpfeln zu lassen.[1])

Zugleich ratet er, die Berechnung nicht in Gewichtsprozenten, sondern in Volumprozenten zu machen, weil man dann erst eine Einsicht bekommt in einen merkwürdigen, sehr wertvollen Faktor der lose gewebten Kleidungsstoffe.

Um diesen Faktor aber recht verständlich zu machen, erscheint es wünschenswert, im voraus eine kleine Erläuterung zu geben. Unsere Bekleidung besteht hauptsächlich aus Luft, d. h. nicht nur zwischen den einzelnen Lagen der Bekleidung befindet sich Luft von eigentümlicher Zusammenstellung[2]), sondern auch die Kleidungsstoffe selbst bestehen mindestens für die Hälfte, die lose gewebten Stoffe, aber noch für einen viel gröfseren Prozentsatz aus Luft. Zwischen den Fäden der Gewebe findet man gröfsere und kleinere Hohlräume, die mit Kleidungsluft gefüllt sind. Teilweise sind diese Hohlräume miteinander in Verbindung und auch mit der Aufsenwelt, teilweise sind sie abgeschlossen und ändern sie sich sehr wenig nach Art und Gröfse ihres Inhalts. Sehr demonstrativ hat Rubner diese Disposition für verschiedene Gewebe beschrieben und auch durch die Re-

1) Siehe Archiv f. Hygiene, Bd. XV, S. 29.

2) Man findet dort viel gröfsere Mengen CO_2 bis 33 Volumprozenten.

Digitized by Google

produktion von mikroskopischen Durchschnitten seiner in Zelluloiden eingebetteten Präparate den Lesern klar vor Augen gestellt.

Das Volum dieser Hohlräume nennen wir das Porenvolum.

Wie berechnet man nun das Porenvolum? Dazu ist es notwendig, das spezifische Gewicht des betreffenden Gewebes zu kennen und auch das spezifische Gewicht des Grundstoffs. Merkwürdigerweise ist nun das spezifische Gewicht des Grundstoffs immer dasselbe, und ist 1300, unabhängig, ob Seide, Wolle, Leinen, Hanf oder Baumwolle zur Herstellung des Gewebes verwendet sind. Das macht es wiederum begreiflich, dafs die Webweise auch diese Eigenschaft ganz beherrscht. Nehmen wir z. B. Nr. 35 meiner Sammlung »Baumwollenes Manchester«, mit einem spezifischen Gewicht von 108 (Wasser 1000 genannt), dann können wir die Berechnung folgenderweise ausführen:

1 ccm baumwollener Grundstoff wiegt 1300 mg, 1 ccm Gewebe wiegt 108 mg. Das Gewicht der Luft in den Poren ist so wenig, dafs wir das bei unserer Berechnung ruhig beiseite lassen können. Auf 1 ccm des Gewebes finden wir also $\frac{108}{1300}$ ccm Baumwolle = 0,0815 ccm.

In den 1000 ccm des Gewebes gibt es also 1000 — 81,5 = 922,5 ccm Luft. Diese Zahl drückt nun das Porenvolum aus. In der nebenstehenden Tabelle finden sich das spezifische Gewicht und das Porenvolum nebeneinander.

(Siehe Tabelle V auf S. 240 u. 241.)

Wenn wir jetzt das aufgenommene Wasser in dieser Tabelle hinzufügen, so finden wir, dafs fast alle Stoffe sich maximal vollsaugen, und aufserdem noch Wasser an der Aufsenseite hängen bleibt.

Meines Erachtens kann man daraus schliefsen, dafs die Methode nicht ganz richtig war, zumal da die Praxis lehrt, dafs die losen Gewebe, Flanell u. dgl., immer noch einen ziemlich grofsen Teil ihres Porenvolums geöffnet behalten, was durch die Permeabilität in nassem Zustande befestigt wird.

Digitized by Google

Tabelle V. **Porenvolumen.**

Nr.	Art der Stoffe	Spez. Gew.	Stoff p. qcm in qmm	Porenvolumen in qmm	Wasseraufnahme 1. Berechnung	Wasserstrahl. Durchstrom.-methode	Restant Poren 1. Berechnung	Restant Poren 2. Berechnung	Anhängend Wasser 1. Berechnung	Anhängend Wasser 2. Berechnung	Permeabilität von
5	Halbleinen	669	514,6	485,4	502,4	489	0	0	17	3,6	3,23— ∞
6	Gefärbte Baumwolle	456	350,7	649,3	875	477	0	172,3	225,7	0	$1,5^2/_5$—$1,34^1/_5$
7	Gestreifter Satin	583,44	488,8	551,2	956,7	723	0	0	405,5	172	2,11— ∞
8	Barchent	187,37	144,1	855,9	1220,2	613	0	242,9	384,3	0	1,15—1,23
10	Halbleinen	541,5	416,5	583,5	831,4	817	0	0	247,9	234	$1,21^1/_5$— ∞
14	Baumwollenes Molton	193,1	147	853	1101	224	0	629	248	0	1,19—1,36
35	Manchester	107,12	87,5	922,5	388,5	850,9	534	71,6	0	0	1,17—2,20
34	Trikotwollstoff	184,1	141,6	858,4	958	657	0	201,4	100	0	1,14—1,35
33	Satinet	324,5	249,6	750,4	137	1187	613,4 viel Stärke	0	0	437	1,14— ∞
44	Glattes baumwollenes Gewebe	501,6	385,8	614,2	1046	1481	0	0	431,8	868,8	1,12— ∞
1	Glattes baumw. Gewebe (prima Qual.)	509,6	392	608	748	858	0	0	140	250	1 Min.—2,18
11	Grobkörnig. Baumwollgewebe (Dorolas)	499,7	384,4	615,6	964,3	732	0	0	348,7	116,4	1,48—3,15
13	Baumwollenes Molton	165,12	127	873	1445	290	0	583	572	0	1,24—2,04
16	Baumwollener Flanell	168,8	129	881	732,4	178	138,6	693	0	0	$3,12^1/_5$—1,24
17	Baumwollenes Molton (prima Qualität)	174,9	134,5	865,5	796,1	469	69,4	397,5	0	0	1.11—$1,22^2/_5$
19	Brauner Biber	187,5	144,2	855,8	820,4	140	35,4	715,8	0	0	$1,24^3/_5$—1,27
20	Blaues Leinen	591,0	454,6	545,4	1290,9	482	0	63,4	745,5	0	1,04—1,37
21	Baumwollener Köper	483,75	372,1	627,9	985,4	429	0	198,9	3575	0	1,12—1,30
22	Wollener Sportflanell	297,5	228,8	771,2	1171	471	0	300,2	399,8	0	$1,30^3/_5$—1,36
23	Gerauhtes graues Futter	385,05	296,1	703,9	1367	216	0	487,9	663,1	0	2,11—$2,59^3/_5$

Digitized by Google

Fortsetzung zu Tabelle V.

Nr.	Art der Stoffe	Spez. Gew.	Stoff p. qcm in qmm	Porenvolumen in qmm	Wasseraufnahme 1. Berechnung	Wasseraufn. Durchströmmethode	Restant Poren 1. Berechnung	Restant Poren 2. Berechnung	Anhängend Wasser 1. Berechnung	Anhängend Wasser 2. Berechnung	Permeabilität von
24	Englisches Leder	439	337,7	662,3	1736	493	0	169,3	1073,7	0	1,38—4
25	Ungebleichte Baumwolle	555,4	427,2	572,8	573,9	506	0	66,8	1,1	0	1,11⅕—4,23
26	Ungebleichte Baumwolle (infer. Qual.)	728,95	560,7	439,3	968,3	485	0	0	529	45,7	1,12—3,25
27	Baumwollener Sportflanell	236,14	181,5	818,5	1914	588	0	230,5	1095,5	0	1,12—1,15
29	Merinos (inferieure Qualität)	417,36	321	679	739	212	0	467	60	0	1,09—1,33
30	Gefärbte Baumwolle	355,74	273,4	726,6	749	842	0	0	22,4	115,4	1,13— ∞
31	Wollstoff	158,73	122,1	887,9	937	153	0	734,9	85,1	0	1,14—1,25
32	Dickes baumwollenes Molton	175,8	127,5	872,5	1169	219	0	653,5	296,5	0	1,18—1,25⅘
36	Kaiserleinen	398,8	306,8	693,2	1279	617	0	76,2	585,8	0	1,24⅕—3,06
38	Rote Baumwolle	333	256,1	743,9	787	518	0	225,9	43,1	0	1,13—2,12⅘
39	Roter Wollstoff	245,68	188,9	821,1	838	203	0	618,1	16,9	0	1,11⅕—1,25⅘
40	Grauer Wollstoff	215,34	165,6	834,4	1095	538	0	296,4	260,4	0	1,10⅕—1,29
41	Graues Militärtuch	220,9	169,9	830,1	1104	209	0	621,1	273,9	0	1,13⅘—1,26⅕
42	Rotes Militärtuch	273,98	210,7	789,3	1257	213	0	576,3	468,7	0	1,12⅘—1,26
43	Gefärbte Baumwolle	573,68	441,1	558,9	1384	514	0	44,9	825,1	0	1,20—1,52⅘
45	Federleinen aus Halbleinen	527,25	405,5	594,5	736,3	499	0	95,5	141,8	0	1,24—3,17⅕
46	Baumwollenes Gerstenkorn	608	467,6	532,4	1448	238	0	294,4	915,6	0	2,06—3,46
47	Baumw. Gerstenkorn (infer. Qualität)	563,5	433,5	566,5	1009	511	0	55,5	442,5	0	1,15—3,43
48	Gelber Köper (inferieure Qualität)	376,04	288,4	721,6	570	246	151,6	575,6	0	0	1,27⅕—2,05
49	Gelber Köper (mittlere Qualität)	274,06	210,8	789,2	740	407	49,2	382,2	0	0	1,11⅕—1,17
50	Gelber Köper (bessere Qualität)	323,82	249	751	622	461	129	290	0	0	1,13—1,55⅕

Digitized by Google

Daher fand ich es notwendig, eine ganz neue Methode in Anwendung zu bringen und Zahlen zu suchen, die mehr mit der Praxis übereinstimmten. Wie schon oben gesagt, hatte ich bei meiner Permeabilitätsaufnahme ein Kölbchen eingeschaltet, womit ich die Permeabilität in nassem Zustande untersuchen könnte; jedesmal nun wog ich vor und nach der Untersuchung, welche genau eine Viertelstunde dauerte, die gebrauchten Stückchen und lernte auf diese Weise die Quantität des aufgenommenen Wassers kennen. Diese Zahlen finden sich in derselben Tabelle, und es ist unschwer, darin sogleich die Übereinstimmung der bekannten Eigenschaften der Stoffe mit meinen Aufnahmen zu erkennen.

Unmittelbar sieht man einen deutlichen Unterschied zwischen roher und glatter Webweise, zumal auch zwischen wollenen, baumwollenen und leinenen Stoffen; gibt es doch glatt gewebte Stoffe, die nach einer Viertelstunde vollständig undurchlässig geworden sind für den Druck, den ich angewandt habe, und wenn man die Berechnung macht, sind alle Poren mit Wasser gefüllt, und ist aufserdem, was man schon mikroskopisch sehen kann, noch ein gewisses Quantum Wasser an ihrer Oberfläche kondensiert, ganz wie man das im Sommer mit Leinen oder Halbleinen, das zu Unterkleidern benutzt wird, sehen kann. Die wollenen, zum gröfsten Teil roh gewebten Stoffe zeigen wohl eine, sei es auch geringe, Verminderung ihrer Permeabilität, liefsen aber immer ziemlich viel Gas und Wasserdampf hindurch und zeigten nach Gewichtsaufnahme und Berechnung in Beziehung zu dem Porenquantum eine viel geringere Wasseraufnahme.

Das alles ist aus der Tabelle ohne weiteres deutlich.

Die Berechnung geht folgendermafsen vor sich:

Der Unterschied im Gewicht vor und nach dem Versuch gibt natürlich das aufgenommene Wasser an. Dieses Wasserquantum ist also aufgenommen von einer Oberfläche von 3,14 qcm, weil der Radius des Durchströmungsapparats 1 cm war.[1])

1) Bei Proben mit ausgewaschenen Stoffen ergab sich einige Male diese Berechnung als unverwertbar, weil das aufgenommene Wasser nicht nur in

Digitized by Google

Um jetzt zu wissen, wieviel Wasser unter den gleichen Umständen in 1 ccm aufgenommen wird, werden die Zahlen mit 3,14 dividiert und nachher multipliziert mit der Zahl, die andeutet, wieviel Lagen nötig sind, um 1 cm Dicke zu machen.

Das Porenvolum ist bekannt; durch Abstrahierung von dem Wasserquantum, in Kubikmeter ausgedrückt, kann man auf einfache Weise berechnen, wieviel vom Porenvolum geöffnet geblieben ist.

Es wird kaum notwendig sein, nochmals zu betonen, wie dies schon so oft getan, dafs aus diesen Untersuchungen ganz in Übereinstimmung mit vorherigen und auch mit der Erfahrung im täglichen Leben deutlich ist, dafs die glatt gewebten leinenen und halbleinenen Stoffe, zumal wenn sie ihr Appret noch nicht verloren haben, sich für Unterkleidung nicht eignen und überhaupt nicht, wenn sie als erste Lage auf der Haut getragen werden. Dazu wirkt auch noch eine andere Eigenschaft, über die Rubner uns wiederum Zahlen geliefert hat, mit; ich meine die starke Adhäsion, die glatt gewebte, durchnäfste Stoffe zeigen. Trikot hat diese Eigenschaft schon viel weniger, roh gewebte, wollene Stoffe gar nicht. Rubner hat dieses Faktum experimentell gezeigt, indem er das durchnäfste Gewebe sich an einer Glasplatte festsaugen liefs. Er stellte nun mittels der Wage das Gewicht fest, das benötigt war, um die Adhäsion aufzuheben.

Die chemischen Reaktionen auf Wolle, Baumwolle und Leinen sind bekannt: in der Praxis scheinen diese Reaktionen mir nicht zutreffend, weil sie zu lange dauern. Viel bequemer ist der Gebrauch des Mikroskops, das in wenigen Augenblicken über die Zusammenstellung der Gewebe Klarheit gibt.

Zur oberflächlichen Unterscheidung von Wolle einerseits, Baumwolle und Leinen anderseits genügt die Brennprobe vollständig. Wolle brennt nicht, aber glimmt und riecht stark nach

---

der Durchströmungsöffnung geblieben war, sondern in der Umgebung aufgesaugt wurde. Wir können in diesem Falle die Zahlen nicht ohne Restriktion verwerten; der praktische Wert der gut erhaltenen Permeabilität bleibt derselbe.

Digitized by Google

Horn oder Haaren, Baumwolle und Leinen brennen wohl und riechen nach brennendem Papier.

Die Zahl der gebrauchten Fäden pro 1 ccm und der technische Bau der Gewebe haben für unsere Zwecke nur untergeordneten Wert, daher verzichte ich darauf, hier Näheres darüber mitzuteilen. Nur erscheint es mir wünschenswert, hervorzuheben, dafs die Haltbarkeit und damit auch der eigentliche Geldwert der Kleidungsstoffe mit der Webweise in engstem Zusammenhang stehen. Ich hoffe, hiervon später Näheres zu berichten.

Digitized by Google

Über die Bildung von homologen und heterologen Agglutininen im Tierkörper.

Von

Dr. **Franz Ballner**, und Dr. **Rudolf Ritter v. Sagasser**,
k. und k. Regimentsarzt. Assistent des Institutes.

(Aus dem Hygienischen Institut der Universität Innsbruck. Vorstand: Prof. A. Lode.)

Mit der Erscheinung, dafs das Serum eines gegen bestimmte Mikroorganismen, wie Typhus-Kolibazillen oder Choleravibrionen, immunisierten Tieres gegen diese Mikroorganismen ein starkes Agglutinationsvermögen annimmt, sind zwei Probleme von hoher wissenschaftlicher Bedeutung und grofsem praktischen Interesse verknüpft: die Serodiagnostik der Mikroben und umgekehrt die Serodiagnostik bestimmter Infektionskrankheiten. Es hatte anfangs den Anschein, als ob die Beeinflussung einer Mikroorganismenart durch das Blutserum eines mit derselben Spezies immunisierten Tieres oder infizierten Organismus ebenso wie die Untersuchungen, die sich an die Pfeiffersche Reaktion im Tierkörper anknüpften, als eine »streng spezifische« aufzufassen sei.

Jedoch die zahllosen, diesem Gegenstande gewidmeten Untersuchungen, welche zumeist auf die Widalschen Publikationen über die Serodiagnostik des Typhus abdominalis zurückgreifen, lieferten bald den Nachweis, dafs der Typhusbazillus auch von fremdem, differentem Serum in beträchtlicher Verdünnung agglutiniert werden könne. Schon Gruber und Durham[1]), die als erste die Verwendung der Agglutination zur Serodiagnostik der

1) Gruber und Durham, Münchner med. Wochenschr., 1896, S. 206.

Digitized by Google

Mikroben empfahlen, geben an, dafs die Agglutinine zwar nicht streng spezifisch wirken, da auch verwandte Arten je nach dem Grade der Verwandtschaft mehr oder weniger stark beeinflufst werden, dafs sie aber trotzdem ein wertvolles Reagenz von aufserordentlicher Empfindlichkeit darstellen.

Schon im Jahre 1896, kurze Zeit nach der ersten Mitteilung von Gruber und Widal, begann der Streit über die Spezifizität des Phänomens, nachdem Achard und Bensaude[1]), ferner Gilbert und Fournier[2]) Agglutination des Nocardschen Bazillus der Papageienkrankheit durch Typhusserum konstatiert hatten.

Trotz der ausgebreiteten Literatur, die sich seither über diesen Gegenstand gebildet hat, müssen wir den heutigen Standpunkt dahin präzisieren, dafs über die Streitfrage, ob das Agglutinationsphänomen als eine spezifische und diagnostisch eindeutige Erscheinung aufzufassen sei, zurzeit noch keine gesicherten und einheitlichen Anschauungen herrschen. Während ein Teil der Forscher an dem Gesetze der »absoluten Spezifizität«, dem vor allen Pfeiffer Grundlagen zu verschaffen trachtete, festhält, sind zahlreiche Angaben vorhanden, aus denen hervorgeht, dafs der spezifische Charakter des Phänomens einer gewissen Einschränkung bedürfe.

Es war wiederholt aufgefallen, dafs das Serum von immunisierten Tieren aufser dem zur Injektion verwendeten Mikroorganismus auch ganz fernestehende Bakterien, mitunter in ganz erheblichem Grade, agglutinierte. Bei genauer Austitrierung allerdings liefsen sich stets so grofse quantitative Unterschiede erkennen, dafs das Spezifizitätsgesetz aufrechterhalten werden konnte. Die ersten systematischen Untersuchungen über die Agglutinationsfähigkeit eines Immunserums verschiedenen Mikroorganismen gegenüber sind verzeichnet von Mann[3]) und wurden im Würzburger hygienischen Institute durchgeführt.

1) Achard und Bensaude, Soc. med. des hosp., 27. XI. 1896; Semaine med., 1896.

2) Gilbert und Fournier, Acad. de med., 1896; Ref. Semaine medicinale, 1896; beide zitiert nach Köhler, Klin. Jahrbuch, 8, 1902.

3) Mann, Archiv f. Hygiene, Bd. 34, 1899, S. 179.

Digitized by Google

Mann hat hochwertiges menschliches Typhusserum (Titer 1 : 4000) zusammengebracht mit Vibrio cholerae, Bac. subtilis, Bac. vulgatus, Bac. typhi murium, Bact. Zopfii, Bact. coli, Bac. fluorescens prodigiosus, pyocyaneus und vulgaris, und sehen können, dafs sämtliche Bakterienarten bei einer Verdünnung 1 : 40 von dem Typhusserum in der Weise beeinflufst wurden, dafs sie sich immobilisierten und zumeist auch agglutinierten. Ein positiver Ausfall der Reaktion liefs sich nur bei Vibrio cholerae, Bact. typhi und typhi murium, sowie bei Bact. coli mit Sicherheit konstatieren, während sich die übrigen verwendeten Mikroorganismenarten für die Ausführung des Agglutinationsphänomens als unbrauchbar erwiesen. Ein Stamm von Bact. coli erreichte laut Tabelle eine Höhe der Reaktion von 1 : 1000. Mann immunisierte auch Kaninchen mit Vibrio cholerae, Bac. typhi und coli und prüfte die drei erhaltenen Immunsera, die übrigens nur niedrige Grenzwerte des homologen Agglutinationsvermögens zeigten, auf ihre Reaktion gegen Bact. typhi, coli, faecalis alkaligenes und Vibrio cholerae. Das Koliserum zeigte sich am wenigsten wirksam und agglutinierte in der Verdünnung 1 : 50 gerade noch das Bact. coli, die anderen Bakterien reagierten in keiner Weise. Das Typhusserum agglutinierte in der Verdünnung 1 : 50 den Koli- und Typhusstamm, während beim Cholera-Immunserum in der genannten Verdünnung Agglutination bei sämtlichen Bakterien eintrat.

Aus einer weiteren Reihe von bemerkenswerten[1]) Untersuchungen läfst sich ersehen, dafs ein Serum, das mit einer starken Agglutinationskraft gegenüber den Typhusbazillen ausgestattet ist, auch die Fähigkeit besitzt, die Kolibakterien sogar in stärkeren Verdünnungen zu agglutinieren. Auch verschiedene Arbeiten der neueren Zeit über das Agglutinationsphänomen bei Typhuserkrankungen gehen dahin hinaus, dafs man die agglutinierenden Eigenschaften des Blutserums von Typhuskranken gegenüber Typhusbazillen nicht als ein absolutes Spezifikum hin-

1) Literaturangaben: Jatta, Zeitschr. f. Hyg. u. Infekt., Bd. 33, S. 199. Köhler und Scheffler, Münchner med. Wochenschr., 1900, Nr. 22. Köhler, Klin. Jahrbuch, 8. 1902.

Digitized by Google

stellen darf, da neben dem allerdings zumeist beträchtlich höheren Titer gegenüber den Typhusbazillen häufig auch eine bemerkenswerte Agglutinationskraft gegenüber verwandten Mikroorganismenarten gefunden wurde.

Jatta[1]) findet sogar einen bestimmten Parallelismus in der Agglutinationskurve, denn je höher sich die Agglutinationskraft des Typhus-Immunserums für den Typhusbazillus zeigte, desto stärker wurde sie auch im allgemeinen für die verwendeten Kolistämme.

Kastellani[2]) verzeichnet gleichfalls Versuche, aus denen die bereits von Jatta festgestellte Tatsache erhellt. Ein Typhusserum, das die Typhusbazillen in der Verdünnung 1 : 500 agglutinierte, beeinflufste Bact. coli α in der Verdünnung 1 : 100, Bact. coli β in der Verdünnung 1 : 200; in einer späteren Zeitperiode, nachdem das Agglutinationsvermögen für Typhusbazillen auf 1 : 15000 gestiegen war, agglutinierte das Serum desselben Tieres Bact. coli α in der Verdünnung 1 : 2000, Bact. coli β 1 : 5000.

Jürgens[3]) fafst das Hauptergebnis seiner serodiagnostischen und experimentellen Untersuchungen über die Agglutination der Typhus- und Typhoidbazillen dahin zusammen, dafs bei Typhuserkrankungen neben der Agglutination der Koch-Eberthschen Bazillen auch eine meist schwächere, aber doch manchmal recht starke Agglutination der Kurthschen Bazillen vorhanden sei, und dafs umgekehrt bei Erkrankungen durch Kurthsche Bazillen neben diesen auch die Typhusbazillen agglutiniert werden.

Schon vorher hatte Jürgens im Vereine mit v. Drigalski und Konradi[4]) durch das Tierexperiment nachgewiesen, dafs die Agglutination von mehreren Bakterienspezies durch ein Immunserum keine Folge von Sekundär- oder Mischinfektion zu sein braucht.

1) Jatta, a. a. O.

2) Kastellani, Zeitschr. f. Hyg. u. Infektionskrankh., Bd. 37, S. 381.

3) Jürgens, Zeitschr. f. Hyg. u. Infektionskrankh., Bd. 43, S. 372.

4) v. Drigalski, Konradi und Jürgens, Zeitschr. f. Hyg., Bd. 42, S. 141.

Digitized by Google

Bruns und Kayser[1]) geben gleichfalls einen Parallelismus zwischen Agglutinationstiter des Immunserums und der Ausdehnung der Gruppenagglutination auf verwandte der zur Immunisierung verwendeten Bakterienspezies zu, halten aber für klinisch diagnostische Zwecke einen raschen, positiven Ausfall der Reaktion (makroskopisch) nach Zugabe von 1 Teil Patientenserum auf 75 Teile 12stündiger Bouillonkultur der betreffenden Bakterien für Typhus und Paratyphus meist für beweisend.

Zupnik und Posner[2]) untersuchten die Agglutinationsverhältnisse des Serums in 64 Typhusfällen, 9 Paratyphusfällen und bei 31 anderen Erkrankungen gegenüber Typhus-, Paratyphus-, typhusähnlichen und Koli-Bazillen. Das Serum von Typhuskranken agglutinierte aufser Typhusbazillen auch Paratyphusbazillen, sowie einige verwandte Bakterienarten; für Typhusbazillen war jedoch der Agglutinationstiter am höchsten. Die Agglutinationskraft der Paratyphussera erstreckte sich nicht nur auf verschiedene Arten von Paratyphusbazillen, sondern auch, allerdings in weit geringerem Grade, auch auf Typhus- und typhusähnliche Bakterien. Die beiden Untersucher folgern daraus, dafs der Agglutination keine Art-, sondern eine Gattungsspezifizität zukomme, und dafs eine positive Widalsche Reaktion nicht einen ätiologisch einheitlichen Krankheitsprozefs, den Abdominaltyphus, anzeige, sondern die entsprechende Krankheitsgruppe. Um einen Rückschlufs auf die Art des Krankheitserregers zu ziehen, müfste der oberste Titerwert des betreffenden Serums für Typhus-, sowie für alle verschiedenen Arten von Paratyphusbazillen ermittelt werden.

Schon durch die erwähnten Versuchsergebnisse mufste die Ansicht von der strengen Spezifizität der Immunsera eine starke Erschütterung erfahren. Während man sich aber immer noch das Mitagglutinieren verwandter Bakterien als eine Gruppenreaktion infolge biologischer Verwandtschaft zwischen zwei Stämmen zu erklären versuchte, hat die Streitfrage nach dem

1) Bruns und Kayser, Zeitschr. f. Hyg., Bd. 43, S. 401.

2) Zupnik und Posner, Prager med. Wochenschr., 1903, Nr. 18; zitiert nach Hygien. Rundschau, Jahrg. XIV, Nr. 4.

Digitized by Google

streng spezifischen Verhalten der Agglutinine in Immunseris durch die systematischen Untersuchungen von Posselt und v. Sagasser[1]) eine weitere Klärung erfahren. Diese Untersuchungen lieferten den Beweis, dafs das Serum von Kranken, Rekonvaleszenten und künstlich immunisierten Tieren nicht nur die homologe Bakterienart, sondern auch eine Reihe anderer, ganz fernestehender Mikroorganismenarten in ganz beachtenswerten Verdünnungen agglutiniere. Allerdings stellt sich der homologe oder der Titer des Hauptagglutinins immer bedeutend höher als der Titer der Nebenagglutinine.

Als eine Tatsache von besonders schwerwiegender Bedeutung gegen die strenge Spezifizität der Agglutinine mufste ferner noch das Phänomen geltend gemacht werden, das von verschiedenen Autoren in ikterischen Seris verschiedener Provenienz entdeckt wurde. Es war durch vielfache Beobachtungen festgestellt worden, dafs das Blutserum von manchen Patienten mit Ikterus eine auffällige agglutinierende Wirkung gegenüber Typusbazillen und Choleravibrionen zeigte. So fand unter anderen Eckhardt[2]) bei zwei Fällen von Weilscher Krankheit eine Agglutination der Typhusbazillen noch in der Verdünnung 1:1000. Steinberg[3]) hat die Sera von 22 Patienten, die an Ikterus aus verschiedenen Ursachen litten, untersucht und in 7 Fällen deutliche agglutinierende Wirkungen der Sera gegenüber Typhusbazillen finden können. Schon früher hatte Stern[4]) die Ansicht ausgesprochen, dafs es nicht die Galle oder einzelne ihrer Bestandteile sind, die dem Blutserum von Ikterischen zuweilen — aber nicht konstant — agglutinierende Eigenschaften verleihen, sondern dafs wahrscheinlich eine den Ikterus begleitende, bzw. ihn verursachende Infektion die agglutinierende Wirkung des Blutserums hervorruft. Steinberg und Lubowski konnten ferner bei experimenteller Proteusinfektion von Kaninchen einen erheblichen Agglutinationswert für Typhus — in einem Falle

1) Posselt und Sagasser, Wiener klin. Wochenschr., 1903, Nr. 24.
2) Eckhardt, Münchner med. Wochenschr., 1902, Nr. 27.
3) Steinberg, Münchner med. Wochenschr., 1904, Nr. 11.
4) Stern, Berliner klin. Wochenschr., 1903, Nr. 30/31.

Digitized by Google

bis 1 : 1200 — hervorrufen. Ähnliche Resultate erzielten sie durch experimentelle Staphylokokkeninfektion.

Auffallend waren auch die Resultate, die der eine von uns (v. Sagasser) bei der Auswertung des Serums eines nach Neisser-Shiga mittels Tetanusfiltraten immunisierten Kaninchens erhielt. Es zeigte sich die überraschende Tatsache, dafs das der homologen Bakterienart entsprechende Tetanushauptagglutinin nur wenig angestiegen war, während die heterologen Typhus-, Koli-, Dysenterieagglutinine unerwartet hoch gingen.

Es lag nun der Schlufs nahe, dafs auch andere Mikroorganismenarten, die selbst vielleicht gar keine homologen Agglutinine zu bilden vermögen, oder gewisse Bestandteile von Lebewesen, wie Körperzellen, Blutkörperchen usw., bei Einverleibung in den tierischen Organismus eine analoge Steigerung des Agglutinationsvermögens des Serums zu erzeugen vermögen. In Verfolgung dieser Frage nun gingen wir daran, das quantitative Verhalten der Agglutinine verschiedenen Bakterienarten gegenüber in tierischen Normalseris einerseits, in den durch die verschiedenartigsten Immunisierungsprozesse gewonnenen Immunseris anderseits festzustellen.

Für die Gewinnung der Immunsera verwendeten wir ausschliefslich Kaninchen — ausgenommen einen Hund für Immunisation mit Milzbrand und ein Meerschweinchen für die Immunisierung gegen Rosa-Hefe; die Tiere erhielten bei subkutaner Injektion anfangs 24stündige Bakterienkulturen, die durch einstündiges Erhitzen auf 60° abgetötet worden waren. Später verwendeten wir für die Injektion in allen Fällen bei Immunisation mit Mikroorganismen Kulturfiltrate nach Neisser-Shiga.[1]) Die für die Immunisierung benutzten Mikroorganismenarten und Eiweifskörper sind in der nachfolgenden Tabelle enthalten, aus welcher auch die Zahl und Art der Injektionen ersichtlich ist. Vor Beginn des Immunisierungsversuches wurde jedem Tiere Blut entnommen, um die Grenzwerte der Agglutinine der Sera in ihrem normalen Verhalten festzustellen und um einen Anhalts-

1) Neisser und Shiga, Deutsche med. Wochenschr., 1903, Nr. 4.

Digitized by Google

punkt für die durch den Immunisierungsprozefs erfolgte Steigerung zu erhalten.

Das für die Auswertung notwendige Blut wurde den Versuchstieren aus der Ohrvene entnommen, und es reichte eine verhältnismäfsig geringe Menge aus, da wir uns zur Serumprüfung ausschliefslich der mikroskopischen Methode mittels des hängenden Tropfens bedienten.

Für die Aufschwemmungen der Mikroorganismen verwendeten wir 12stündige, bei 22° gewachsene Agarkulturen von Bact. typhi, coli und dysenteriae, sowie möglichst junge, bei derselben Temperatur gewachsene Agarkulturen der übrigen zur Untersuchung gelangten Bakterienspezies. Die Aufschwemmungen wurden mit steriler, physiologischer Kochsalzlösung stets unter denselben Bedingungen bereitet und durch ein steriles Papierfilter filtriert. Das Serum verdünnten wir gleichfalls mit physiologischer Kochsalzlösung und erzeugten uns das jeweilige Serumbakteriengemisch in der gewünschten Konzentration dadurch, dafs wir gleiche Teile des Serums bzw. seiner Verdünnungen mit gleichen Teilen der Bakterienaufschwemmung im hängenden Tropfen mischten. Das hierbei resultierende Gemisch hat demnach den doppelten Verdünnungsgrad als das verwendete Serum bzw. die Serumverdünnung. Die angelegten hängenden Tropfen wurden in bestimmten Zeiträumen gleichzeitig mit gleich alten Kontrollpräparaten untersucht und die Beobachtungen nicht vor 12 Stunden abgeschlossen. Das Schlufsresultat ist in der folgenden Tabelle wiedergegeben.

(Siehe Tabelle S. 254—256.)

Den erhaltenen Resultaten zufolge lassen sich unsere Immunsera in mehrere Gruppen einteilen. Bei der ersten Gruppe, in welche wir das Typhus-, Koli-, Dysenterie- und Cholera-Immunserum einreihen, finden wir ein starkes Ansteigen des Titers des homologen oder Hauptagglutinins, hervorgerufen durch Behandlung des Tieres mit der homologen Bakterienart. Neben diesem quantitativ beträchtlich höher stehenden Hauptagglutinin sind aber auch noch solche Agglutinine vorhanden, die auf verschiedene heterologe Bakterienspezies in mehr oder minder hohem Grade einwirken. So erreichte z. B. bei einem Typhus-Immun-

Digitized by Google

serum das Hauptagglutinin einen Grenzwert von 1 : 5000, während sich die Nebenagglutinine, und zwar den Kolibazillen gegenüber auf 1 : 100, den Dysenteriebazillen gegenüber auf 1 : 200 stellten.

Das Koli-Immunserum mit einem Stande des Hauptagglutinins von 1 : 8000 zeigte den Grenzwert der Nebenagglutinine für Typhusbazillen bei 1 : 200, für Dysenteriebazillen bei 1 : 50. Das Dysenterie-Immunserum mit dem Grenztiter 1 : 2000 für das Hauptagglutinin beeinflufste Typhus- und Kolibazillen nur noch in der Verdünnung 1 : 10, während das Cholera-Immunserum mit dem Titer 1 : 500 die Typhusbazillen in der Verdünnung 1 : 100, die Koli- und Dysenteriebazillen in der Verdünnung 1 : 50 noch mitagglutinierte.

Aufser in den erwähnten Fällen konnten wir noch bei vielen anderen Beispielen, bei welchen Immunisierungen von Kaninchen mit den obigen Mikroorganismen vorgenommen wurden, und bei welchen eine Mischinfektion sicher ausgeschlossen ist, stets ein Mitsteigen der Nebenagglutinine in mehr oder weniger erheblichem Grade vorfinden.

In die zweite Gruppe möchten wir jene Immunsera einreihen, die durch solche Mikroorganismenarten erzeugt werden, die selbst entweder gar kein oder nur ein sehr geringes homologes Agglutinin zu bilden vermögen, während andere im Normalserum bereits vorgebildete und der Steigerung fähige Agglutinine in beträchtlichem Grade emporgehen. Es lassen sich in diese Kategorie die in der Tabelle unter Nr. 5—15 angeführten Sera einbeziehen. Das Serum des mit Baz. Friedländer immunisierten Kaninchens agglutinierte die homologe Bakterienspezies in der Verdünnung 1 : 100, die Typhusbazillen dagegen noch in der Verdünnung 1 : 250. Der Baz. Friedländer ist an und für sich schwer agglutinabel und es liegt hier der Fall vor, dafs die Nebenagglutination der Typhusbazillen den Agglutinationswert gegen die homologe Bakterienspezies ganz beträchtlich überragt.

Man hat schon früher versucht, die Serodiagnostik zur Differenzierung der der Gruppe der Kapselbazillen angehörenden Spezies, sowie zur Abgrenzung dieser Gruppe von ähnlichen

(Fortsetzung des Textes auf S. 257.)

Digitized by Google

Grenzwerte des Agglutinationsvermögens in Blutseris gegenüber

Nr. d. Vers.	Art der Sera	Bac. typhi	Bac. coli	Bac. dysenteriae	Bac. Strept. Aktinomyc. bovinus	Bac. antitrancis	Bac. diphtheriae	Bac. Pfeiff. Influenz.	Bac. Friedl. Ozaena	Rosa Hefe	Bac. Hühner-cholera	Bac. Schweine-pilzsepsis	Bac. des Schweine-rotlaufs	Bac. tetani	Kaninchen-blut	Bac. Rhino-skleromatis	Vibrio cholerae	Anmerkungen
Kaninchenserum																		
1	normal	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	3 subkutane Injektionen mit Kulturfiltraten nach Neisser-Shiga
	nach Vorbehandlung mit Bac typhi	1 : 5000	1 : 100	1 : 200	0	0	—	0	—	—	0	—	0	stark über 1 : 10	—	0	—	
2	normal	1 : 30	1 : 10	1 : 1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	Detto
	nach Vorbehandlung mit Bact. coli	1 : 200	1 : 8000	1 : 50	0	0	—	0	—	—	0	—	—	stark über 1 : 10	—	0	—	
3	normal	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	5 subkutane Injektionen mit Kulturfiltraten nach Neisser-Shiga
	nach Vorbehandlung mit Bacillenseuche	1 : 10	1 : 10	1 : 2000	0	0	—	0	—	—	1 : 10	—	0	stark über 1 : 10	—	0	—	
4	normal	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2 Injektionen mit abgetöteten Kulturen, 2 subkutane Injektionen mit Kulturfiltraten nach Neisser-Shiga
	nach Vorbehandlung mit Vibrio cholerae	1 : 100	1 : 50	1 : 50	0	0	0	0	—	—	0	—	—	über 1 : 10	—	—	1 : 500	
	normal	1 : 1	1 : 30	1 : 10	—	—	—	0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	5 subkutane Injektionen mit Kulturfiltraten nach Neisser-Shiga
5	nach Vorbehandlung mit Bac Friedländer	1 : 250	1 : 30	1 : 30	0	—	0	1 : 100	—	—	1 : 30	—	0	1 : 30	0	0	—	
6	normal	1 : 10	1 : 1	1 : 1	—	—	—	0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	6 subkutane Injektionen mit abgetöteter Kulturen
	nach Vorbehandlung mit Bac. Friedländer	1 : 10	1 : 10	1 : 30	—	—	—	1 : 1	—	1 : 1	—	0	0	0	—	—	—	
7	normal	1 : 80	1 : 5	1 : 1	—	—	—	—	0	—	—	—	—	—	—	—	—	3 subkutane Injektionen mit Kulturfiltraten nach Neisser-Shiga
	nach Vorbehandlung mit rosa Hefe	1 : 1000	1 : 5	1 : 1000	0	—	0	1 : 1	0	1 : 30	0	0	1 : 30	0	0	0	—	

Digitized by Google

8	Kaninchenserum	normal	1:5	1:5	1:5	—	—	—	—	0	—	—	—	—	—	7 subkutane Injektionen mit abgetötet. Kulturen, 4 subkutane Injektionen mit Kulturfiltraten nach Neisser-Shiga
		nach Vorbehandlung mit Bac. choleraeGallinarum	1:250	1:30	1:100	0	0	0	0	1:250	0	0	1:30	0	0	
9		normal	1:1	1:5	1:1	0	0	0	•	0	0	0	1:1	0	0	4 subkutane Injektionen mit Kulturfiltraten nach Neisser-Shiga
		nach Vorbehandlung mit Schimmelpilzsporen	1:300	1:10	1:30	0	0	0	0	1:1	0	0	1:1	0	0	
10		normal	1:5	1:5	1:5	—	—	—	—	—	—	0	—	—	—	6 subkutane Injektionen mit abgetötet. Kulturen, 5 subkutane Injektionen mit Kulturfiltraten nach Neisser-Shiga
		nach Vorbehandlung mit Bac. Erysipelatos suum	1:100	1:10	1:50	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
11		normal	1:5	1:15	1:5	—	—	—	—	—	—	—	—	0	—	2 subkutane Injektionen mit abgetötet. Kulturen 3 Injektionen m. Kulturfiltraten nach Neisser-Shiga
		nach Vorbehandlung mit Bac. Rhinoskleromatis	1:100	1:30	1:30	0	0	0	0	0	0	0	1:1	0	0	
12		normal	1:20	1:5	1:10	—	—	—	—	—	—	—	0	—	—	2 ccm Tetanusbazillen-Bouillonkultur subkut., 3 Injektionen mit Kulturfiltraten nach Neisser-Shiga
		nach Vorbehandlung mit Bac. tetani	1:500	1:30	1:30	0	0	0	1:1	0	1:1	0	1:100	0	0	
13		normal	1:10	1:5	1:10	—	—	—	0	—	—	—	—	—	—	3 subkutane Injektionen mit lebenden Kulturen
		nach Vorbehandlung mit rosa Hefe	1:10	1:100	1:10	—	—	0	0	0	—	—	0	—	—	
14	Meerschweinchenserum	normal	1:40	1:20	1:1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3 subkutane Injektionen mit Kulturfiltraten nach Neisser-Shiga
		nach Vorbehandlung mit rosa Hefe	1:200	1:100	1:50	—	—	0	0	0	—	0	1:1	—	0	
15		normal	1:10	1:10	1:1	—	—	—	0	—	—	—	—	—	—	Detto
		nach Vorbehandlung mit rosa Hefe	1:10	1:60	1:10	—	—	0	0	0	—	—	0	—	—	

Digitized by Google

Grenzwerte des Agglutinationsvermögens in Blutseris

Nr. d. Versuchs	Art der Sera		gegenüber: Bac. typhi	Bac. coli	Bac. dysenteriae	Strept. Aktinomyc. hominis	Bac. anthracis	Bac. diphtheriae	Bac. Friedländeri	Rosa Hefe	Baz. der Hühnercholera	Schimmelpilzsporen	Baz. des Schweinerotlaufs	Bac. tetani	Kaninchenblut-erythrocyt.	Bac. Rhinoskleromatis	Vibrio cholerae	Anmerkungen
16	Kaninchenserum	normal	1 : 5	1 : 5	1 : 5	0	—	—	—	—	1 : 30	—	—	—	—	—	—	6 subkutane Injektionen mit Kulturfiltraten nach Neifser-Shiga
		nach Vorbehandlung mit Strept. Aktinomyces hominis	1 : 5	1 : 5	1 : 5	0	0	0	0	0	1 : 30	—	0	0	0	0	—	
17	Hundeserum	normal	1 : 30	1 : 30	1 : 15	—	0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	6 subkutane Injektionen mit abgetötet. Kulturen, 4 Injektionen m. Kulturfiltraten nach Neifser-Shiga
		nach Vorbehandlung mit Bac. anthracis	1 : 30	1 : 30	1 : 30	—	0	—	0	0	0	—	0	—	—	—	—	
18	Kaninchenserum	normal	1 : 10	1 : 10	1 : 10	—	—	0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	4 subk. Injektionen mit inaktivierten Kulturen, 3 Injektionen m. Kulturfiltraten nach Neifser-Shiga
		nach Vorbehandlung mit Bac. diphtheriae	1 : 30	1 : 15	1 : 5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
19		normal	1 : 30	1 : 10	1 : 5	—	—	—	—	—	—	—	—	0	0	0	—	9 subkutane Injektionen mit je 10 ccm Kaninchenblut
		nach Vorbehandlung mit Kaninchenblut-erythrocyten	1 : 50	1 : 10	1 : 5	0	0	0	1 : 1	0	1 : 1	0	0	0	0	0	—	
20		normal	1 : 5	1 : 1	1 : 1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	4 subkut. Injektionen v. Leukocyten, gewonnen durch intrapleurale Einspritzung von Aleuronat bei einem Hunde. Die Beeinflussung d. Immunserums auf Hundeblutleukocyten wurde nicht untersucht
		nach Vorbehandlung mit Hundeblutleukocyten	1 : 5	1 : 1	1 : 1	0	0	0	0	0	0	0	0	1 : 1	0	0	—	
21		normal	1 : 5	1 : 10	1 : 5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	4 subkutane Injektionen mit Flimmerepithelien aus der Luftröhre des Rindes; die Epithelien wurden nach der Gewinnung mehrmals auf 60° erwärmt und waren bakterienfrei. Die Epithelien zeigten keine Beeinflussung durch d. Immunserum
		nach Vorbehandlung mit Flimmerepithelien	1 : 30	1 : 10	1 : 30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	—	

Digitized by Google

Mikroorganismen heranzuziehen. Eine ausführliche Zusammenstellung der über diesen Gegenstand ausgeführten Untersuchungen gibt Clairmont[1]) in seiner Abhandlung »Differentialdiagnostische Untersuchungen über Kapselbakterien«, auf welche daher an dieser Stelle verwiesen werden kann. In den Seris verschiedener mit Kapselbakterien immunisierter Tiere wurden Agglutinine gesucht, doch gelangten die Autoren zu keinem sicheren Resultate, indem zwar in einigen Fällen Agglutinine in geringer Konzentration gefunden wurden, in anderen Fällen dagegen solche niemals mit Sicherheit nachgewiesen werden konnten. Clairmont selbst hat die Sera von 16 mit Kapselbakterien immunisierten Kaninchen auf Agglutinationsvermögen geprüft, und es zeigten davon nur 4 agglutinierende Wirkung auf den Immunstamm in der Verdünnung 1 : 100, während die übrigen Sera ohne jeden Einfluſs, selbst bei einem Verhältnis 1 : 1, auf den zur Immunisierung verwendeten Stamm sich erwiesen.

Besonders auffallend zeigen sich die Resultate der Serumauswertung bei dem mit Rosa Hefe immunisierten Kaninchen (Vers.-Nr. 7). Eine Beeinflussung der zur Immunisierung verwendeten Spezies konnten wir weder im Normalserum noch im Immunserum konstatieren; auch in der uns zugänglichen Literatur lieſsen sich keine Angaben über Agglutination der Hefezellen vorfinden. Typhus- und Dysenteriebazillen dagegen wurden von diesem Serum sogar noch in der Verdünnung 1 : 1000 deutlich agglutiniert. Diese ganz besonders hohen Titres der heterologen Agglutinine, die sicher nicht von einer Mischinfektion durch Verunreinigung der zur Immunisierung verwendeten Kultur herrühren konnten, veranlaſsten uns, noch drei weitere Tiere gegen denselben Hefestamm zu immunisieren, um zu sehen, ob das Steigen der Agglutinationsfähigkeit des Serums ein konstanter Befund bei Behandlung von Tieren mit Hefe sei.

Es erhielten ein Kaninchen und ein Meerschweinchen (Vers.-Nr. 14 u. 15) je drei Kulturfiltrate nach Neifser-Shiga in Zwischenräumen von je zehn Tagen, ein weiteres Kaninchen (Vers.-Nr. 13) dreimal je eine Agarkultur, aufgeschwemmt in

1) Clairmont, Zeitschr. f. Hyg. u. Infektionskrankh., Bd. 39, S. 1.

Digitized by Google

5 ccm physiologischer Kochsalzlösung in nativem Zustande ohne vorheriges Erwärmen. Das letztere Tier zeigte auf die Injektion keine Reaktion, so dafs also der in Verwendung gezogene Stamm kein pathogener war.

Bei der Auswertung des Serums des mit Kulturfiltraten behandelten Kaninchens zeigte sich, dafs Typhusbazillen in der Verdünnung 1 : 200, Kolibazillen bei 1 : 100 und Dysenteriebazillen bei 1 : 50 agglutiniert wurden. Bei dem mit lebenden Kulturen dagegen immunisierten Kaninchen stellte sich der Titer des Immunserums bedeutend niedriger, und zwar wurden agglutiniert:

Typhusbazillen bei 1 : 10,
Kolibazillen » 1 : 100,
Dysenteriebazillen » 1 : 10.

Die geringsten Agglutinationswerte zeigte das Meerschweinchenserum, in dem kaum eine Steigerung gegenüber den Agglutinationsverhältnissen im Normalserum nachzuweisen war.

Aus diesen Parallelversuchen geht demnach eine wichtige und interessante Tatsache hervor. In allen vier Fällen wurde derselbe Stamm zur Immunisierung benutzt, dessen Reinheit nach den Ergebnissen der jedesmaligen mikroskopischen Untersuchung aufser jedem Zweifel steht, in allen Fällen wurde ferner eine gleiche Menge von Material für die Injektionen verwendet (eine Agarkultur für eine einmalige Einspritzung).

Sämtliche Tiere erhielten drei subkutane Injektionen in gleichen Zwischenräumen, und doch verlief die Reaktion bei jedem Tiere in anderer Weise. Trotz der gröfstmöglichsten Einheitlichkeit in der Behandlung der Tiere finden sich doch so bedeutende Differenzen in der Art und Menge der produzierten Agglutinine, dafs wir zu der Annahme gelangen müssen, dafs nicht nur bei verschiedenen Tierspezies, sondern auch bei ein und derselben Tierart stark individuelle Unterschiede in der Immunitätsreaktion bestehen.

Dafs sich im allgemeinen die Titers der produzierten Agglutinine bei Behandlung mit lebenden oder abgetöteten Kulturen niedriger stellen als bei Behandlung mit Kulturfiltraten, konnten wir übrigens auch in einem Parallelversuch bei Immunisierung

Digitized by Google

mit Baz. Friedländer beobachten. Mit derselben Kultur und an denselben Tagen, an welchen das Kaninchen in Vers.-Nr. 5 injiziert wurde, erhielt das Kaninchen Vers.-Nr. 6 Injektionen mit durch einstündiges Erwärmen auf 65° abgetöteten Kulturen von Baz. Friedländer. Das letztere Tier magerte schon nach der ersten Injektion sichtlich ab und kam bei der weiteren Behandlung immer mehr herunter. Die Blutentnahme von beiden Tieren erfolgte an demselben Tage, und die Auswertung zeigte, dafs der Titer des Immunserums des mit den abgetöteten Kulturen behandelten Kaninchens sich kaum von dem des Normalserums unterscheidet.

Das Serum des mit dem Bazillus der Hühnercholera behandelten Kaninchens agglutinierte diesen Mikroorganismus noch in der Verdünnung 1 : 250; auf gleicher Höhe stand auch der Titer für die Typhusbazillen, während Dysenteriebazillen noch in der Verdünnung 1 : 100 beeinflufst wurden. Analoge Verhältnisse, wenn auch nicht genau mit denselben Grenzwerten bezüglich der heterologen Agglutinine liegen vor bei den mit Kulturfiltraten von Schimmelpilzsporen, des Bazillus des Schweinerotlaufs und den Erregern des Rhinoskleroms immunisierten Tieren. Der Immunstamm bleibt in allen diesen Fällen unbeeinflufst, während das Agglutinationsvermögen des Serums für Typhus-, Koli- und Dysenteriebazillen in merklichem Grade gegenüber dem Titer im Normalserum gestiegen ist.

Auch in den Normalseris der Untersuchungstiere liefs sich ein allerdings nur sehr geringes Agglutinationsvermögen für Typhus-, Koli- und Dysenteriebazillen nachweisen, und diese beim Normaltier gewissermafsen vorgebildeten Agglutinine scheinen beim Immunisierungsprozefs eine Steigerung erfahren zu haben. Wassermann[1]) hat die Frage untersucht, ob die im normalen Serum vorhandenen und die bei der Immunisierung von Tieren im Immunserum auftretenden agglutinierenden Substanzen identische oder verschiedene Körper seien. Früher neigte man mehr der letzteren Ansicht zu. Man nahm an, dafs es sich bei den im normalen Serum vorkommenden Agglutininen um nicht spe-

1) Wassermann, Zeitschr. f. Hyg. u. Infektionskrankh., Bd. 42, S. 276.

Digitized by Google

zifische Stoffe handle, die gleichzeitig alle möglichen Bakterien zu agglutinieren vermögen, während im Immunserum ein anderes, spezifisches, nur auf eine einzige Bakterienart abgestimmtes Agglutinin auftrete. Diese Ansicht mufste aber aufgegeben werden, als Ford unter Wassermanns Leitung die Identität der im normalen Serum vorhandenen Hämagglutinine mit den im Immunserum auftretenden nachwies. Bei der vollkommenen Analogie zwischen Hämagglutininen und Bakterienagglutininen läfst sich der gleiche Schlufs auch für die letzteren ziehen. Nach dieser Annahme wären demnach die Immunagglutinine nur infolge des Immunisierungsvorganges vermehrt abgestofsene Gruppen, welche unter Umständen in geringer Anzahl bereits im normalen Serum abgestofsen kreisen.

Auch nach den Resultaten unserer Auswertungen möchten wir dieser Ansicht Wassermanns beipflichten; wir fanden in sämtlichen Normalseris eine gewisse Agglutinationsfähigkeit für Typhus-, Koli- und Dysenteriebazillen, und bei den meisten Immunisierungen mit nicht agglutinierbaren Mikroorganismenarten erfuhren alle diese vorgebildeten Agglutinine eine Steigerung, die allerdings für die einzelnen Spezies quantitativ eine verschiedene ist. Den höchsten Titer erreicht zumeist das Typhusagglutinin, während die Koli- und Dysenterieagglutinine gewöhnlich weit hinter dem ersteren zurückbleiben. Bei einzelnen Immunisierungen jedoch und zwar bei den mit Streptothrix Aktinomyces hominis, Bac. Anthracis und Diphtheriae behandelten Tieren liefs sich überhaupt keine Steigerung des Agglutinationsvermögens erreichen. Desgleichen erfolgte auch keine Reaktion im Serum der mit Erythrocyten und Leukocyten injizierten Tiere, während sich bei dem mit Flimmerepithelien behandelten Kaninchen das Agglutinationsvermögen für Typhus- und Dysenteriebazillen von 1 : 5 auf 1 : 30 erhöhte.

Es scheint demnach bei Immunisierungsprozessen der tierische Organismus in bezug auf Agglutininbildung in mehrfacher Weise zu reagieren: entweder mehr oder weniger spezifisch mit hohem Ansteigen des homologen Agglutinins, wobei die Grenzwerte für die verschiedenen heterologen Agglutinine nur verhältnismäfsig

Digitized by Google

niedrig stehen, oder die Reaktion ist eine nicht spezifische und äufsert sich in einem beträchtlichen Emporgehen sämtlicher steigerungsfähiger Agglutinine, entsprechend dem Grade ihrer Steigerungsfähigkeit. Wir denken uns die Agglutinine als Reaktionsprodukte des tierischen Organismus auf die Wirkung der Substanzen, die dem Tierkörper einverleibt werden. Bei unseren Immunisierungsversuchen wählten wir der Qualität nach höchst differente Stoffe: aufser der Leibessubstanz der Mikroorganismen kamen auch deren Stoffwechselprodukte, das Stroma der weifsen und roten Blutkörperchen, ferner die Leibesbestandteile von tierischen Zellen für die Bildung von Agglutininen in Betracht.

Ehrlich stellt sich nun die Bildung der Agglutinine in der Weise vor, dafs die eingebrachten fremdartigen Molekülkomplexe sich mit spezifischen Seitenketten vereinigen, wobei es beim Ersatze gesättigter Rezeptoren leicht zu solcher Überproduktion kommt, dafs ungesättigte Rezeptoren abgestofsen werden und frei im Blute zirkulieren, die dann die in dem betreffenden Blute vorrätigen Agglutinine darstellen. Die agglutinablen Substanzen, sowie die Agglutinine dürfen wir uns jedoch nicht als einheitliche Körper vorstellen, sondern es besteht die Substanz der Bakterien aus zahlreichen verschiedenen Bestandteilen, von denen jeder, wenn er im infizierten Organismus eine entsprechende haptophore Gruppe findet, zur Bildung des entsprechenden Agglutinins führt.

Das Phänomen der Nebenagglutination würde sich daher durch gleichzeitige Produktion von Rezeptoren durch die übrigen Seitenketten in dem Mafse des Produktionsvermögens des Leistungskernes erklären lassen. Aus der Inanspruchnahme der spezifischen und nicht spezifischen Seitenketten ergibt sich die Produktion des Gesamtagglutinins im Sinne Wassermanns.

Eine Bakterienart, die nicht durch eine Seitenkette verankert wird, weil keine spezifische Bindung erfolgt, kann daher kein homologes Agglutinin produzieren, sondern gibt nach unseren Versuchen Veranlassung zur Bildung verschiedener, annähernd gleich hochstehender Agglutinine. Es müfste nach der Seitenkettentheorie angenommen werden, dafs die ungleichmäfsig ausgebildeten haptophoren Gruppen der Ausgangskörper von den

Digitized by Google

Seitenketten partiell verankert werden, so dafs der Organismus, unfähig, spezifisch zu reagieren, in einer ihm geläufigeren Form der Agglutininproduktion antwortet.

Das Serum des mit Tetanusbazillen behandelten Kaninchens verhält sich insofern etwas verschieden von den anderen Seris, als das Tetanushauptagglutinin bis 1 : 100 reichte, das Typhusagglutinin dagegen unerwartet hoch emporschnellte. Das Tetanusagglutinin ist uns schon als ein wenig steigerungsfähiges Agglutinin bekannt; es liefs sich, wie wir schon früher beobachten konnten, auch bei Einverleibung von grofsen Kulturmengen von Bac. tetani nur bis zu einer bescheidenen Höhe bringen, während die hohen Titers der Nebenagglutinine zeigten, dafs der Organismus, auch wenn er nicht spezifisch reagiert, doch in einer anderen Form Agglutinine zu produzieren vermag. Überraschend ist dabei die mit den bisherigen Anschauungen über die Spezifizität der Immunsera nicht im Einklang stehende Erscheinung, dafs durch einen artfremden Prozefs ein Agglutinin einer Spezies gebildet wird, die mit der Erregung des Prozesses selbst gar nichts zu tun hat; ja, das artgleiche Agglutinin erfährt noch eine bedeutende Überholung durch ein oder mehrere Nebenagglutinine.

Die allerparadoxesten Fälle aber bilden die Immunsera mit fehlender artgleicher und hoher, dem Serum gewissermafsen einen falschen Stempel aufdrückender artfremder Agglutinationsfähigkeit. Ein solches Serum könnte z. B. sehr leicht als Typhus-Immunserum imponieren, wenn wir bei der üblichen Auswertung mit mehreren Bakterienspezies vor allem ein hohes Typhusagglutinin aufdecken, daneben aber auch andere unter dem Typhustiter wertende Nebenagglutinine. Nach der herrschenden Anschauung entspricht nur das am höchsten stehende Agglutinin dem Krankheitserreger oder der zur Vorbehandlung verwendeten Spezies. Nach unseren Versuchen aber kann diese Anschauung nicht unbedingte Gültigkeit besitzen. So ergibt die Auswertung des Serums des mit Filtraten von Schimmelpilzsporen behandelten Kaninchens einen Titer des Typhusagglutinins von 1 : 300, des Koliagglutinins von 1 : 10, des Dysenterieagglutinins von 1 : 30. Die Sporen selbst werden durch das

Digitized by Google

Serum in keiner Weise beeinflufst. Ein solches Serum würde ohne weiteres als ein Typhus-Immunserum anzusprechen sein, und doch wäre diese Beurteilung aus der blofsen Auswertung ohne Kenntnis der Vorgeschichte des Immunisierungsprozesses eine falsche Serodiagnose.

Auffallend ist ferner die Erscheinung, dafs sich bei Immunisierung mit einzelnen Bakterienspezies eine Steigerung des Agglutinationsvermögens des Serums überhaupt nicht erreichen liefs; eine befriedigende Erklärung für den gänzlich reaktionslosen Verlauf der Immunisierungsprozesse mit den Erregern des Milzbrand, der Aktinomykose und der Diphtherie vermögen wir uns nicht zu geben. In den genannten drei Fällen steht der Titer des Serums auch nach wiederholten Immunisierungen nicht höher als im Normalserum. Die zur Vorbehandlung verwendeten Mikroorganismenspezies sind allerdings nicht agglutinabel, doch es geht aus den Resultaten der anderen Serumauswertungen hervor, dafs ein gesteigertes Agglutinationsvermögen für leicht agglutinable Mikroorganismen in Immunseris auch dann eintreten kann, wenn die zur Immunisierung verwendete Spezies keine Agglutinationsfähigkeit besitzt.

Die Reaktion im Sinne einer Steigerung des Agglutinationsvermögens ist ferner auch ausgeblieben bei der Immunisierung mit Leukocyten und Erythrocyten. Es scheint also nicht die Schädigung als solche, welche durch die Einverleibung eines Infektionserregers oder gewisser Molekülkomplexe in den tierischen Organismus erzeugt wird, die Ursache der Bildung von Agglutininen zu sein, sondern es dürfte von der Natur des eingeführten Stoffes in erster Linie die Art und Weise abhängen, mit welcher der tierische Organismus bei den Immunisierungsprozessen reagiert.

Es erweisen sich hier die Verhältnisse so kompliziert, dafs wir nicht in der Lage sind, aus unseren Untersuchungen einige Anhaltspunkte über das Wesen der Agglutinationsreaktion zu gewinnen. Es ist auch die Frage noch nicht gelöst, in welcher Beziehung die Agglutination zur Immunität überhaupt steht, und ob dieses Phänomen mit einer Schutzwirkung des Organismus

Digitized by Google

in einen gewissen Zusammenhang zu bringen ist. Denn es kann z. B. auch bei klinisch unzweifelhaften Typhusfällen, wie aus zahlreichen Angaben zu ersehen ist, die Agglutinationsreaktion bei günstigem Verlauf des Infektionsprozesses gänzlich ausbleiben, anderseits in der Rekonvaleszenz bei stetig steigendem Agglutiningehalt eine Rezidive der Krankheit eintreten. Man stellt daher heute die Gruber-Widalsche Reaktion nicht mehr als ein vollkommen verläfsliches Diagnostikum eines Typhusprozesses hin, sondern höchstens als ein Symptom dieser Erkrankung, das aber auch fehlen kann und mit der Schwere des Prozesses und der Prognose desselben nichts zu tun hat.

Auf keinen Fall aber kann die Ansicht, die auch Lion[1]) in einer neueren Arbeit über »Die Methoden zur Ausführung der Gruber-Widalschen Reaktion« zum Ausdruck bringt, ihre Gültigkeit haben. In derselben stellt nämlich Lion den Satz auf, dafs jetzt wohl allgemein der Standpunkt eingenommen werden dürfte, dafs erst bei einer Verdünnung des Serums von 1 : 50 und mehr der positive Ausfall der Reaktion für die Diagnose des Typhus verwertet werden könne. Nach den Ergebnissen der neueren Untersuchungen wird es sich vielmehr für differentialdiagnostische Zwecke als unbedingt notwendig erweisen, für die in Betracht kommenden Bakterien die Endgrenzwerte festzustellen und erst aus der Vergleichung dieser Zahlen wird ein Rückschlufs auf die Art und den Charakter des Serums gestattet sein.

Der positive Ausfall der Agglutinationsreaktion kann aber immer noch unter Umständen zu diagnostischen Irrtümern führen; es läfst sich, wie aus unseren Versuchsresultaten hervorgeht, der Nachweis erbringen, dafs gewisse, schwer oder nicht agglutinable Mikroorganismen bei Einverleibung in den tierischen Organismus eine derartige Steigerung der Agglutininproduktion hervorrufen können, dafs dadurch ein anderer, fremdartiger Immunisierungsprozefs vorgetäuscht wird. Die Ansicht, dafs das am höchsten stehende Agglutinin dem Krankheitserreger oder

1) Lion, Münchner med. Wochenschr., Nr. 21, 1904.

Digitized by Google

dem zur Immunisierung verwendeten Mikroorganismus entspricht, kann daher keine unbedingte Gültigkeit mehr haben. In solchen Fällen, in denen die diagnostische Auswertung des Serums eines Kranken behufs Ermittlung des Infektionserregers hohe Agglutinine aufdeckt, wäre — theoretisch wenigstens — immer an die Möglichkeit einer solchen heterologen Infektion zu denken.

Allerdings liegen bei den für uns in Betracht kommenden Infektionskrankheiten, wie Typhus, Cholera und Dysenterie, gewissermafsen infolge eines biologischen Zufalles zumeist die Verhältnisse so, dafs die Agglutinationswirkung des Serums der eigenen Art gegenüber bedeutend stärker zutage tritt als gegen die fremden Spezies. Je höher der homologe Agglutinationstiter die übrigen Titres überragt, mit desto mehr Wahrscheinlichkeit dürfte wohl der Mikroorganismus, welcher die höchsten Grenzwerte im Agglutinationsvermögen zeigt, als der Krankheitserreger anzusprechen sein. Dafs man die Resultate der Auswertung eines Serums für die Stellung der Diagnose immer nur mit einer gewissen Vorsicht verwerten darf, zeigt ein von Lommel[1]) berichteter Fall von puerperaler Sepsis von der Jenaer medizinischen Klinik, bei welchem sämtliche klinische Erscheinungen eine Differentialdiagnose zwischen Typhus und Sepsis nicht gestatteten, und bei welchem der sehr starke positive Ausfall der Reaktion bei 1 : 80 fälschlich zur Annahme eines Typhus veranlafste. Wahrscheinlich hat in diesem Falle die Infektion mit dem den Puerperalprozefs hervorrufenden Mikroorganismus die Bildung von Agglutininen angeregt, die auch den Typhusbazillus in dieser Verdünnung noch deutlich zu agglutinieren vermochten, wodurch die Veranlassung zur Stellung der Fehldiagnose auf Grund der Gruber-Widalschen Reaktion gegeben wurde.

1) Lommel, Münchner med. Wochenschr., 1902, S. 314.

Digitized by Google

Über spezifische Bindung von Agglutininen bei Absorptionsversuchen.

Von

Dr. **Franz Ballner**, und Dr. **Rudolf Ritter v. Sagasser**,
k. u. k. Regimentsarzt. Assistent des Institutes.

(Aus dem Hygienischen Institute der k. k. Universität Innsbruck. Vorstand: Prof. A. Lode.)

Gruber[1]) hat als Erster festgestellt, dafs die Agglutinine der Typhus- bzw. Cholera-Immunsera bei der Agglutinationsreaktion aufgebraucht werden. Später hat Bordet[2]) in seinen Arbeiten die bei der Agglutination erfolgende spezifische Bindung betont und durch Absorptionsversuche die Spezifizität der auf verschiedene Bakterien wirkenden normalen Agglutinine desselben Serums nachgewiesen. Bei Eintragung von Choleravibrionen in ein dieselben agglutinierendes normales Pferdeserum und nach Zentrifugierung agglutinierte das Absorbat diese Bakterienart nicht mehr, wohl aber noch kräftig den Typhusbazillus. In gleicher Weise gelang der umgekehrte Versuch.

Auch Hahn und Trommsdorff[3]) konnten die Gruberschen Angaben über den Aufbrauch der Agglutinine bei der Reaktion bestätigen. Ein Typhusserum z. B., das noch in der Verdünnung 1 : 1600 sofort deutliche makroskopische Agglutination zeigte, wurde, nachdem es vier Stunden mit Typhusbazillen

1) M. Gruber, Wiener klin. Wochenschr., 1896, Nr. 11 u. 12.
2) Bordet, Annales de l'Institut Pasteur, 1899, XIII, p. 225.
3) Hahn u. Trommsdorf, Münchner med. Wochenschr., 1900, S. 413.

Digitized by Google

bei 37° C gestanden hatte, von den agglutinierten Bakterien durch Zentrifugieren getrennt und mit frischen Typhusbazillen versetzt: erst bei einer Verdünnung von 1 : 400 trat nunmehr sofortige deutliche Agglutination mikroskopisch ein und bei 1 : 800 war die Agglutination erst in einer Stunde deutlich sichtbar.

Eine vollkommene Absorption der Agglutinine aus einem unverdünnten, hochwertigen Immunserum erreichten Eisenberg und Volk[1]) durch wiederholtes Eintragen von frischen Bakterien in dieses Serum. Nach der achten Eintragung erwies sich das abzentrifugierte Absorbat als agglutininfrei. Von diesen beiden Forschern wurden auch die quantitativen Verhältnisse bei der Bindung des Agglutinins in eingehender Weise studiert.

Der schon von Bordet gefundenen spezifischen Bindung bei der elektiven Absorption widersprechen die Versuchsresultate von Kastellani[2]), der den Verlust des Agglutinationsvermögens eines Serums bei der Absorption für die Diagnose gemischter Infektionen zu verwerten suchte. Der eine seiner Schlufssätze lautet, dafs das Serum eines gegen einen bestimmten Mikroorganismus immunisierten Tieres nach Versetzung mit demselben Mikroorganismus sein Agglutinationsvermögen für diesen sowohl, als für alle anderen, die es erst beeinflufste, verliert; mit diesen letzteren versetzt, verliert es jenes Vermögen für dieselben, nicht aber in erwähnenswertem Grade für den ersteren; mit Mikroorganismen versetzt, die es nicht beeinflufst, bleibt sein Agglutinationsvermögen gänzlich intakt.

Zur Klärung dieses Widerspruches in den Anschauungen haben Posselt und v. Sagasser[3]) in einer grofsen Versuchsreihe eingehende Untersuchungen über die Beeinflussung der Agglutinine durch spezifische Absorptionen angestellt und in einwandsfreier Weise den spezifischen Charakter der Bindung der Agglutinine bei der elektiven Absorption festgestellt. Es

1) Eisenberg und Volk, Zeitschr. f. Hygiene u. Infektionskrankh., Bd. 40, 1902, S. 155.

2) Kastellani, Dieselbe Zeitschr., Bd. 40, 1902, S. 1.

3) Posselt und v. Sagasser, Wiener klin. Wochenschr., 1903, Nr. 24.

Digitized by Google

wurde an den Seris von Immuntieren und Infektionskranken die Prüfung der Agglutinationskraft verschiedenen Bakterien gegenüber vor und nach den Absorptionen vorgenommen, und zwar sowohl des spezifischen als auch der übrigen Agglutinine. Dabei ergab sich, dafs bei partieller Absorption das Serum blofs seiner agglutinierenden Fähigkeit gegenüber der Bakterienart beraubt wird, die zur Absorption verwendet wurde. Bei Auswertung der Absorbate waren stets die Agglutinine mit Ausnahme des absorbierten vorhanden; sie waren in ihren Grenzwerten zu allermeist gestiegen, seltener sich gleichgeblieben und nur ganz ausnahmsweise niedriger als früher, fehlten aber niemals.

Es decken sich diese eine strenge Spezifizität der Absorption ergebenden Resultate nicht ganz mit der Ansicht von Wassermann[1]); dieser Forscher fafst sämtliche in einem Serum enthaltenen Agglutinine als Gesamtagglutinin zusammen und sagt, dafs eine heterologe Bakterienart nur einen Teil des Gesamtagglutinins als das ihr zukommende Partialagglutinin, eine homologe Bakterienart, d. i. jene Spezies, mit welcher das serumliefernde Tier vorbehandelt war, oder die den spezifischen Infektionserreger bei einem Kranken darstellt, auch heterologe Agglutinine zum Teil zu entziehen vermag. Zur experimentellen Bestätigung dieser Annahme Wassermanns, dafs also die Herabsetzung des Agglutinationswertes eines Serums bei Zusatz einer homologen Bakterienart eine bedeutend stärkere sein mufs, als wenn man eine heterologe Bakterienart zusetzt, hat Totsuka[2]) die Bindungsverhältnisse von homologen und heterologen Agglutininen bei der elektiven Absorption untersucht. Er arbeitete dabei mit einem Typhus-Immunserum, das Typhusbazillen noch in der Verdünnung 1 : 4000 agglutinierte, die zwei verwendeten Kolistämme dagegen noch in der Verdünnung 1 : 200. Zu diesem Serum setzte er einerseits Typhusbazillen, anderseits die beiden Kolistämme und zentrifugierte nach eingetretener Agglutination ab. Das Serum, in welches die Typhusbazillen eingetragen worden waren, agglutinierte nach dem Zentrifugieren diese Bazillen in

1) Wassermann, Zeitschr. f. Hygiene, 1903, Bd. 42, S. 267.
2) Totsuka, Zeitschr. f. Hygiene, 1903, Bd. 45, S. 115.

Digitized by Google

der Verdünnung 1:500 nicht mehr, während der ursprüngliche Titer 1:4000 betrug. Das Zentrifugat in den Röhrchen mit den zwei eingetragenen Kolistämmen agglutinierte dagegen die Typhusbazillen in unveränderter Höhe, d. h. auch in der Verdünnung 1:4000.

Totsuka bestimmte blofs den Titer des homologen Agglutinins, nachdem er die Kolipartialanteile durch Zusatz von Kolibazillen ausgeschaltet hatte; in beiden Fällen fand er eine Integrität der Typhusanteile; dagegen hat Totsuka das Verhalten der heterologen Kolipartialanteile nach Absorption des homologen Typhusagglutinins nicht weiter untersucht.

Hetsch und Lentz[1]) haben in jüngster Zeit die Spezifizität der im normalen und im Serum eines gegen Cholera immunisierten Pferdes enthaltenen Agglutinine durch Absorption mit echten Cholerastämmen und choleraähnlichen Vibrionen nachgewiesen; es war nach der Absorption der Ausfall der dem eingesäten Stamm homologen Agglutinine stets ein relativ starker, während derjenige der nicht homologen Agglutinine entweder Null oder doch nur ein sehr geringer war.

Indem wir nun von dieser durch die obengenannten Versuche (Bordet, Posselt und v. Sagasser, Hetsch und Lentz) erwiesenen Spezifizität bei der Absorption der Agglutinine durch eine homologe oder heterologe Bakterienspezies ausgingen, legten wir uns die Frage vor, ob sich der spezifische Charakter der Bindung nicht auch durch eine Umkehrung der Reaktion, nämlich durch Prüfung der von den Bakterien nach stattgefundener Absorption abgetrennten Agglutinine erbringen liefse. Die Möglichkeit einer solchen Abtrennung vorausgesetzt, müfste der Titer der aus den agglutinierten Bakterien hergestellten Agglutininlösung dem Ausfalle des Agglutinationswertes des mit diesen Bakterien behandelten Serumabsorbates entsprechen.

Während man sich also bei den bisherigen Untersuchungen zur Ermittlung der durch die verschiedenen Mikroorganismengattungen bei der Absorption gebundenen Agglutinine blofs auf die Austitrierung der Zentrifugate, die aus dem Serum nach

1) Hetsch und Lentz, Festschrift für Robert Koch, 1903, S. 17.

Digitized by Google

erfolgter Agglutination hergestellt wurden, allein beschränkte, handelte es sich für uns hauptsächlich darum, die Spezifizität der Agglutininbindung durch die Mikroorganismen von einem neuen Gesichtspunkte aus, nämlich durch die Umkehrung der Agglutinationsreaktion, festzustellen.

Aus den uns vorliegenden Literaturangaben, auf die wir später noch ausführlich zurückkommen wollen, glaubten wir annehmen zu können, dafs die Extraktion der Agglutinine keine Schwierigkeiten bereiten werde. Doch wollen wir gleich jetzt bemerken, dafs uns die geplante Extraktion, die wir nach den bisher beschriebenen Methoden vornahmen, nicht gelungen ist. Dagegen ergaben die gewissermassen als Vorversuche ausgeführten quantitativen Auswertungen der Agglutininreste der Sera eine vollständige Bestätigung der Resultate von Posselt und v. Sagasser, betreffend die Spezifizität der Bindung der Agglutinine durch homologe und heterologe Bakterienarten. Wir ermittelten nämlich bei den zur Verwendung gelangten Immunseris zuerst den Agglutinationswert gegenüber der homologen Bakterienart, sodann auch gegenüber anderen heterologen Bakterienspezies. In gleicher Weise wurde auch das Agglutinationsvermögen der Absorbate geprüft; durch diese letztere Prüfung erhielten wir dann die Anhaltspunkte dafür, wie sich die Agglutinationswerte in den aus den agglutinierten Bakterien hergestellten Agglutininlösungen, die Möglichkeit der Extraktion vorausgesetzt, verhalten müfsten.

In den Einzelheiten gestaltete sich unser Untersuchungsvorgang folgendermafsen: Die Immunsera gewannen wir durch sorgfältige Behandlung von Kaninchen mit Kulturfiltraten, hergestellt nach Neifser und Shiga.[1]) Für die Auswertung bedienten wir uns ausschliefslich der mikroskopischen Methode der Bestimmung der Agglutination mittels hängender Tropfen. Für die Herstellung der Verdünnungen kam physiologische Kochsalzlösung als Verdünnungsflüssigkeit zur Verwendung; Serum und Kochsalzlösung wurden im sterilen Glasschälchen gut durch-

1) Neifser und Shiga, Deutsche med. Wochenschr., 1903, Nr. 4.

Digitized by Google

gemischt und sodann eine Öse der Serumverdünnung am Deckgläschen mit einer gleichen Öse Bakterienaufschwemmung verrieben, so dafs am Deckgläschen der doppelte Verdünnungsgrad des Serums wie im Glasschälchen resultierte.

Zur Bereitung der Bakterienaufschwemmung nahmen wir nur junge, höchstens 15—20stündige, bei 22° C gewachsene Kulturen; es hatte sich nämlich gezeigt, dafs einzelne Stämme der im Brutschrank bei 37° C gewachsenen Kulturen häufig agglutiniertes Wachstum aufwiesen. Die Aufschwemmung der Bakterien erfolgte in steriler, physiologischer Kochsalzlösung mit nachheriger Filtration durch sterile Papierfilter. Vor jeder Auswertung mufste natürlich die Verwendbarkeit der Aufschwemmung für mikroskopische Agglutinationsversuche durch Anlegen von Kontrollpräparaten geprüft werden.

Durch mehrfache Parallelversuche konnten wir uns überzeugen, dafs zwischen der Verwendung von lebenden und durch Erwärmen oder Formalin abgetöteten Kulturen kein wesentlicher Unterschied in der Agglutinierbarkeit besteht.

Da uns aber keine Erfahrungen über die Haltbarkeit der agglutinierbaren Substanzen bei abgetöteten Bakterien zur Verfügung standen, entschieden wir uns für die ausschliefsliche Verwendung von lebenden Bakterienkulturen, um dem üblichen Modus der Agglutinationsprüfung Rechnung zu tragen. Die Besichtigung erfolgte mit Reichertschen Mikroskopen (Objektiv 4, Okular 4), und zwar nach ca. 2 Stunden das erstemal, nach 12 Stunden das zweitemal. In den meisten Fällen konnten wir feststellen, dafs die nach 2 Stunden erreichten Werte auch nach 12stündiger Einwirkungszeit ungeändert blieben.

Für die Technik der Absorptionsversuche trugen wir in kleine, ca. $^1/_2$ ccm fassende Eprouvettchen das Serum ein, dazu die vom Agarstrich abgekratzte Bakterienmasse. Nach kräftigem Durchschütteln blieben die mit einem kleinen Gummipfropfen verschlossenen Röhrchen durch mehrere Stunden im Kälteschrank, während welcher Zeit sich die Agglutination vollzog. Hernach wurde das Serum von der Bakterienmasse durch Zentrifugieren abgetrennt und ersteres neuerdings auf sein Agglutinationsver-

Digitized by Google

mögen geprüft. Um die der agglutinierten Bakterienmasse anhaftenden Serumreste zu entfernen, wurde der Röhrcheninhalt mit sterilem, destilliertem Wasser versetzt, mit der Platinöse gut aufgerührt und durchmischt, sodann die verschlossene Eprouvette kräftig durchgeschüttelt und abermals abzentrifugiert. Dieses Auswaschen mufste natürlich so lange vorgenommen werden, bis das letzte Waschwasser keine oder nur ganz geringe Spuren von Agglutination (höchstens 1 : 1) zeigte. Gewöhnlich war dieses Ziel nach viermaligem Waschen erreicht.

Das bekannt schwierige Abzentrifugieren der dichten Bakterienemulsion gelang uns in einwandsfreier Weise dadurch, dafs wir die vorhin beschriebenen kleinen Eprouvettchen in dem Metallrahmen eines Hämatokriten befestigten, den letzteren auf die vertikale Achse der Zentrifuge aufsetzten, und diese mittels eines Heifsluftmotors in rasche Rotation versetzten. Die Zentrifuge machte in der Minute ca. 5000 Umdrehungen.

Für die Abspaltung der Agglutinine aus den gebildeten agglutinierten Substanzen versetzten wir die nach dem letzten Waschen zurückbleibende Bakterienmasse mit ebensoviel physiologischer Kochsalzlösung, als die ursprüngliche Serummenge betrug. Die Agglutinine mufsten dann in dieser Lösung in derselben Konzentration vorhanden sein wie im Serum. Nach sorgfältigem Durchmischen und Durchschütteln erfolgte dann die Extraktion der Agglutinine durch einstündiges Erwärmen im Wasserbade bei 55° C. Nach dem Erwärmen wurde der Röhrcheninhalt sofort abzentrifugiert und die klare Flüssigkeit der Auswertung unterzogen.

Tabelle I auf S. 273 enthält die Agglutinationswerte der Absorbate nach erfolgter Absorption, sodann die Titres der letzten Waschwässer der einzelnen Röhrchen und endlich die Titres der Lösungen nach Behandlung der agglutinierten Bakterien durch einstündiges Erwärmen mit physiologischer Kochsalzlösung.

In diesen vier der Untersuchung unterzogenen Seris wurde das Agglutinationsvermögen sowohl der homologen wie auch der heterologen Bakterienspezies gegenüber auf den Endwert austitriert. Der homologe Titer überragt in beträchtlichem Grade

Digitized by Google

Tabelle I.

Art des Serums	Bakterienspezies	Agglutinationstiter des Immunserums	Agglutinationstiter der Zentrifugate nach Absorption der Agglutinine durch				Agglutinationstiter der letzten Waschwässer der agglutinierten				Titer der Agglutininlösungen, extrahiert aus den agglutinierten			
			Typhusbazillen	Kolibazillen	Dysenteriebazillen	Cholera-vibrionen	Typhusbazillen	Kolibazillen	Dysenteriebazillen	Cholera-vibrionen	Typhusbazillen	Kolibazillen	Dysenteriebazillen	Cholera-vibrionen
Cholera-Immunserum (Kaninchen)	Typhus	1 : 50	0	1 : 50	1 : 10	1 : 50	0	0	0	0	0	0	0	0
	Koli	1 : 10	1 : 10	0	1 : 10	1 : 10	0	0	0	0	0	0	0	0
	Dysenterie	1 : 50	1 : 50	1 : 50	0	1 : 10	0	0	0	0	0	0	0	0
	Cholera	1 : 1000	1 : 1000	1 : 1000	1 : 1000	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Typhus-Immunserum (Kaninchen)	Typhus	1 : 1000	1 : 1	1 : 1000	1 : 1000	—	1 : 1	0	0	0	1 : 1	0	0	—
	Koli	1 : 10	1 : 10	0	1 : 10	—	0	0	0	—	0	0	0	—
	Dysenterie	1 : 50	1 : 50	1 : 50	0	—	0	0	0	—	0	0	0	—
Dysenterie-Immunserum (Kaninchen)	Typhus	1 : 100	0	1 : 50	1 : 10	—	0	0	0	—	0	0	0	—
	Koli	1 : 100	1 : 100	0	1 : 50	—	0	0	0	—	0	0	0	—
	Dysenterie	1 : 500	1 : 500	1 : 500	0	—	0	0	0	—	0	0	1 : 1	—
Koli-Immunserum (Kaninchen)	Typhus	1 : 100	0	1 : 50	—	—	0	0	—	—	0	0	—	—
	Koli	1 : 2000	1 : 2000	0	—	—	0	0	—	—	1 : 1	1 : 1	—	—
	Dysenterie	1 : 50	1 : 50	1 : 50	—	—	0	0	—	—	0	0	—	—

Digitized by Google

die heterologen Grenzwerte, aber auch diese schwanken bei den einzelnen Seris in ziemlich weiten Grenzen. So agglutinierte z. B. das Typhus-Immunserum (Titer 1 : 1000) die Kolibazillen nur in der Verdünnung 1 : 10, während das Dysenterie-Immunserum mit dem Titer 1 : 500 die Kolibazillen noch in der Verdünnung 1 : 100 agglutinierte.

Die Titres der Zentrifugate nach Absorption der Agglutinine durch die verschiedenen Mikroorganismen weisen eine unverkennbare Ähnlichkeit auf. Als Beispiel sei das Typhus-Immunserum herausgegriffen; der ursprüngliche homologe Agglutinationstiter beträgt 1 : 1000, Dysenteriebazillen werden noch in der Verdünnung 1 : 50, Kolibazillen in der Verdünnung 1 : 10 agglutiniert. Bei der Auswertung des Zentrifugates nach Absorption des homologen Agglutinins durch die Typhusbazillen zeigte sich, dafs dieselben das homologe Agglutinin bis zu dem Grade gebunden haben, dafs das Absorbat höchstens in der Verdünnung 1 : 1 eine Beeinflussung auf Typhusbazillen ausübte. Die heterologen Agglutinine erweisen sich in diesem Absorbate genau so wirksam wie im ursprünglichen Serum.

Im Zentrifugate des Röhrchens mit den Kolibazillen zeigte sich die Agglutinationswirkung des Serums auf Kolibazillen auch in der Verdünnung 1 : 1 als negativ, während sich die Einwirkung auf Typhusbazillen bei der Verdünnung 1 : 1000, auf Dysenteriebazillen in der Verdünnung 1 : 50 wie im ursprünglichen Serum erhalten hat. Die Dysenteriebazillen im dritten Röhrchen endlich haben nur die Dysenterie-Partialanteile des Gesamtagglutinins absorbiert, während sich der Grenzwert des homologen und der Koli-Partialanteile in ungeänderter Höhe erhalten hat. Es vermag demnach die heterologe Bakterienspezies aus dem Gesamtagglutinin nur die ihr zukommenden Partialanteile, nicht aber auch andere Anteile zu binden.

Die gleichen Verhältnisse wie in dem besprochenen Typhus-Immunserum finden wir auch bei den übrigen Seris, nur läfst sich bei einzelnen Absorbaten ein geringes Defizit an Partialagglutininen bemerken. Trotzdem konnten wir durch diese Versuchsergebnisse die bekannte Tatsache bestätigt finden, dafs

Digitized by Google

eine homologe Bakterienspezies aus einem Immunserum nur die ihr zukommenden Anteile des Gesamtagglutinins, nicht aber auch Partialanteile, die eine andere Bakterienspezies agglutinieren, zu entziehen vermag. Anderseits bindet eine heterologe Bakterienart nur ihre Partialanteile, nicht aber auch andere Anteile des Gesamtagglutinins, so dafs demnach die Absorption der Agglutinine durch homologe wie heterologe Mikroorganismenarten als eine streng spezifische Reaktion aufzufassen ist.

Neben der Untersuchung der nach erfolgter Bindung im Serum verbliebenen Reste von Agglutininen sollte der zweite Beweis für die strenge Spezifizität bei der elektiven Absorption durch die Bestimmung der an den Mikroorganismen haftenden Agglutinine erbracht werden; zu diesem Zwecke mufsten aus den agglutinierten Bakterien agglutinierende Lösungen hergestellt werden. Hahn und Trommsdorf[1]) versuchten als erste, die Extraktion der Agglutinine mit Zuhilfenahme von chemischen Reagentien vorzunehmen. Sie wählten dazu $^1/_{100}$ Normalnatronlauge und $^1/_{100}$ Normalschwefelsäure, mischten diese Flüssigkeiten mit den vom Serum sorgfältig befreiten Bakterien und digerierten eine Stunde bei 37° C. Nach dem Zentrifugieren zeigten die zugesetzten Flüssigkeiten ein geringgradiges Agglutinationsvermögen, das sich als spezifisch erwies. Mit physiologischer Kochsalzlösung konnte die Extraktion der Agglutinine nicht erreicht werden.

Landsteiner[2]) führte gleichfalls den experimentellen Nachweis der Umkehrung der Agglutinationsreaktion; wurden nämlich kräftig agglutinierte Blutkörperchen mit Kochsalzlösung bei gewöhnlicher Zimmertemperatur oder bei gelindem Erwärmen zusammengebracht, so liefs die nachher abgegossene Lösung ein gewisses, wenn auch geringes Agglutinationsvermögen erkennen. Der Agglutinationsvorgang läfst sich demnach nach Landsteiner folgendermafsen ausdrücken: Agglutinin + agglutinierende Substanz $\rightleftarrows$ agglutinierte Substanz.

1) Hahn u. Trommsdorf, Münchner med. Wochenschr., 1900, S. 413.
2) Landsteiner, Münchner med. Wochenschr., 1902, S. 1905.

Digitized by Google

Da sich, wie Landsteiner weiter angibt, bei Temperatursteigerung der Gleichgewichtszustand im Sinne einer Begünstigung des Zerfalles der agglutinierten Substanz verschob, so verhält sich die Agglutinationsreaktion im allgemeinen wie eine exotherme Reaktion, die Zerlegung der Agglutininverbindungen dagegen wie eine Reaktion mit negativer Wärmetönung, bei welcher also Wärme gebunden wird.

Die Angabe, dafs die Agglutination als ein Vorgang mit positiver Wärmetönung aufzufassen sei, deckt sich mit der Beobachtung von Asakawa.[1]) Um nämlich den Zeitraum des Eintretens der Agglutination zu verkürzen, hat Asakawa verschiedene Methoden durchgeprüft, und er erreichte eine Abkürzung des Eintritts des Phänomens am besten dadurch, dafs er die Mischung des Serums mit den Bakterien in eine Kältemischung von Eis und Kochsalz tauchte. Sobald die Flüssigkeit ganz fest gefroren ist, läfst er sie langsam auftauen; in diesem Momente sieht man schon deutliche Agglutination, falls sie überhaupt auftritt.

Die Abspaltungen hingegen müssen nach Landsteiner bei ziemlich hohen Temperaturgraden vorgenommen werden, und Landsteiner und Jagić[2]) führen Versuche an, nach welchen ihnen auch der Nachweis der Abspaltung von Bakterienagglutininen aus der agglutinierten Substanz gelang. Sie arbeiteten dabei mit grofsen Mengen von Rinderblutserum (6 l), mit dem sie grofse Mengen von Bakterien versetzten. Nach erfolgter Agglutination wurden die agglutinierten Bakterien mehrmals durch Ausschleudern mit Kochsalzlösung gewaschen und hierauf mit 60 ccm Kochsalzlösung bei 55° C eine halbe Stunde lang behandelt. Es wurden also die aus 6 l Serum in die Bakterienmasse übergegangenen Agglutinine mit 60 ccm NaCl-Lösung extrahiert; die Lösung und das ursprüngliche Serum agglutinierten eine Typhusbazillenaufschwemmung annähernd in gleicher Weise in den Verdünnungen 1 : 10 und 1 : 30.

Es schien uns für die Herstellung einer einwandsfreien Agglutininlösung vor allem wichtig, auch die geringsten Spuren

1) Asakawa, Zeitschr. f. Hygiene u. Infektionskrankh., Bd. 45, 1903.
2) Landsteiner u. Jagić, Münchner med. Wochenschr., Nr. 18, 1903.

Digitized by Google

des ursprünglichen Serums aus den agglutinierten Bakterien zu entfernen. Dieselben mufsten daher wiederholt gut gewaschen werden, und erst dann, wenn das letzte Waschwasser keine Agglutination mehr zeigte, wurden die agglutinierten Bakterienmassen mit der gleichen Quantität physiologischer Kochsalzlösung, als die ursprüngliche Serummenge betrug, aufgenommen und die Agglutininlösung durch einstündiges Erwärmen auf 55° C im Wasserbade hergestellt. Die Resultate der Auswertung der vierten Waschwässer sind aus Tabelle I ersichtlich.

Die Titer unserer Agglutininlösungen stellten sich in allen Fällen auf Null oder höchstens auf 1 : 1, d. h. es ist uns nicht gelungen, aus der agglutinierten Substanz die Agglutinine nach der angeführten Methode bei unserer Versuchsanordnung herauszuziehen. Es erwies sich dabei als gleichgültig, ob wir mit den von Hahn und Trommsdorf vorgeschlagenen Reagentien oder mit physiologischer Kochsalzlösung die Extraktion vorzunehmen suchten. In allen Fällen ergab sich das gleiche negative Resultat. Allerdings legten wir, wie bereits erwähnt, ein besonderes Gewicht auf die Entfernung der Reste des Serums und schritten nicht früher an die Bereitung der Agglutininlösung, bevor wir uns nicht überzeugt hatten, dafs das Serum vollständig ausgewaschen sei. Um hierbei vollständig sicher zu gehen, bestimmten wir den Agglutinationswert aller Waschwässer. In der folgenden Tabelle II sind die Auswertungen der ersten, zweiten und dritten Waschwässer von zwei anderen Seris, an denen gleichfalls die Absorptionsverhältnisse genau quantitativ geprüft wurden, enthalten.

(Siehe Tabelle II auf S. 278.)

Die Waschwässer zeigen einen gradatim abnehmenden Gehalt an Agglutininen, die wahrscheinlich von Serumresten, die den Bakterien mechanisch noch anhafteten, herrühren und in der entsprechenden Verdünnung zur Wirkung gelangten. So zeigte z. B. vom Koli-Immunserum das erste Waschwasser der agglutinierten Typhusbazillen den Kolibazillen gegenüber ein Agglutinationsvermögen von mindestens 1 : 100 (höher wurde nicht ausgewertet), das zweite Waschwasser von 1 : 50, das dritte Waschwasser von 1 : 1.

Digitized by Google

Tabelle II.

Art des Serums	Bakterienspezies	Titer des Immunserums	Titer des ersten Waschwassers d. agglutinierten			Titer des zweiten Waschwassers der agglutinierten			Titer des dritten Waschwassers d. agglutinierten		
			Typhusbazillen	Kolibazillen	Dysenteriebazillen	Typhusbazillen	Kolibazillen	Dysenteriebazillen	Typhusbazillen	Kolibazillen	Dysenteriebazillen
Koli-Immunserum	Typhus	1 : 200	0	1 : 10	—	0	1 : 10	—	0	0	—
	Koli	1 : 14 000	1 : 100	1 : 50	—	1 : 50	1 : 50	—	1 : 1	1 : 1	—
	Dysent.	1 : 50	1 : 1	1 : 5	—	0	1 : 5	—	0	0	—
Typhus-Immunserum	Typhus	1 : 5000	1 : 1	1 : 100	1 : 100	1 : 1	1 : 1	1 : 10	0	1 : 1	1 : 5
	Koli	1 : 100	1 : 10	0	1 : 10	1 : 1	0	1 : 1	0	0	0
	Dysent.	1 : 200	1 : 10	1 : 10	1 : 1	1 : 1	0	0	1 : 1	1 : 1	0

Es wäre noch zu erwägen, ob nicht schon durch die wiederholte Behandlung der agglutinierten Bakterienmassen mit dem Waschwasser und durch das kräftige Durchmischen und Schütteln die vielleicht lose gebundenen Agglutinine zum Teil wenigstens in das Waschwasser übergegangen sind, so dafs das Fehlen der Agglutinine in den erwärmten Lösungen auf diese Weise erklärt werden könnte. Diese Frage suchten wir dadurch zu entscheiden, dafs wir ganz fein geriebenes Filtrierpapier an Stelle der Bakterienmassen in die gleichen Eprouvettchen brachten, mit Serum gut mischten, die Flüssigkeit nach dem Zentrifugieren abhoben und hierauf die Prozedur des Waschens des Rückstandes genau in derselben Weise vornahmen wie mit den agglutinierten Bakterienmassen. Es gelangte hierzu das Typhusserum von Tabelle II zur Verwendung.

Tabelle III.

Art des Serums	Bakterienspezies	Agglutinationstiter	Erstes Waschw.	Zweites Waschw.	Drittes Waschw.	Viertes Waschw.
			der mit Typhus-Immunserum geschüttelten Papierschnitzel			
Typhus-Immunserum	Typhus	1 : 5000	1 : 100	1 : 50	1 : 1	0
	Koli	1 : 100	1 : 10	0	0	0
	Dysenterie	1 : 200	1 : 10	0	0	0

Digitized by Google

Ein Vergleich dieser Resultate mit den Ergebnissen der Auswertung der Waschwässer der agglutinierten Bakterien läfst erkennen, dafs die quantitativen Verhältnisse des Agglutinationsvermögens, das von den rückständigen Serumanteilen herrührt, nicht viel voneinander abweichen, so dafs wir wohl annehmen konnten, dafs die in den Waschwässern vorhandenen Agglutinationstitres nur von den anhaftenden Serumresten herstammen.

Alle weiteren Versuche, aus der agglutinierten Substanz die Agglutinine wiederzugewinnen, erwiesen sich als erfolglos. Wir trachteten, die Extraktion durch 10—12stündiges Erwärmen auf 55° zu erreichen, ausgehend von der Erwägung, dafs bei dieser Temperatur vielleicht in längerer Zeit sich die Abspaltung vollzieht. Aber auch diese Versuche blieben erfolglos, die erhaltenen Flüssigkeiten zeigten sich nach dem Zentrifugieren den Mikroorganismen gegenüber vollständig indifferent.

Da vielleicht in dem Umstande, dafs die Bakterien im feuchten Zustande die Agglutinine zurückbehalten, die Ursache des Mifslingens der Extraktion gesucht werden konnte, wurde die Bakterienmasse nach dem vierten Waschen im Vakuum bei 40° C getrocknet, hierauf mit physiologischer Kochsalzlösung aufgenommen, eine Stunde im Wasserbade bei 55° C erwärmt, zentrifugiert und das Zentrifugat wieder ausgewertet. Das Resultat war wie früher ein negatives. Die Extraktion gelang auch dann nicht, wenn wir die getrocknete Bakterienmasse mit Normalserum, das vorher genau auf seinen Titer gegenüber den verwendeten Mikroorganismen ausgewertet wurde, aufschwemmten und im Wasserbade erwärmten. Der Titer im Zentrifugat stellte sich nicht höher, als er im ursprünglichen Normalserum betrug.

Eine Erklärung für den Umstand, dafs uns die Abspaltung der von den Bakterien gebundenen Agglutinine bei unserer Versuchsanordnung (gleiche Mengen Extraktionsflüssigkeit wie ursprüngliches Serum) nicht gelang, vermögen wir uns um so weniger zu geben, als wir bis jetzt noch keine gesicherten Vorstellungen über das Wesen der Agglutination und über die Art der bei derselben vor sich gehenden Bindung haben. Alle bisher aufgestellten Hypothesen vermögen uns nicht einmal eindeutige Kriterien dafür

Digitized by Google

zu bieten, ob wir es dabei mit einem physikalischen oder chemischen Vorgang zu tun haben. Wir möchten jedoch die Ansicht aussprechen, dafs die Agglutinationsreaktion mehr an eine chemische Erscheinung erinnert, da aus dem Umstande, dafs die Zerlegung der agglutinierten Substanz durch die von uns verwendeten Mittel nicht gelang, der Schlufs gezogen werden kann, dafs sich in der agglutinierten Substanz ein ganz neuer, in seine ursprünglichen Bestandteile nicht zerlegbarer Körper gebildet hat, über dessen Natur wir allerdings nicht die geringste Vorstellung haben.

Digitized by Google

Weitere Untersuchungen über den Bau und die allgemein biologische Natur der Bakterien.

Von

Dr. **Vladislav Růžička,**
Assistenten am Institute.

(Aus dem k. k. Hygienischen Institute des Prof. Dr. Gustav Kabrhel in Prag.)[1])

(Mit Tafel II.)

I. Historischer Überblick über die Entwicklung des Kernbegriffes und seine Anwendung auf die Erforschung kernloser Organismen.

Die Geschichte lehrt, dafs die Etappen, in welchen sich die Kenntnisse vom Zellenkerne entwickelt haben, im allgemeinen die Reihenfolge einhielten, in der sich auch die Entwicklung der biologischen Kenntnisse überhaupt vollzogen hat. So sehen wir, dafs die ursprünglich anatomisch-morphologischen Erfahrungen später durch physiologische Erkenntnisse vervollkommt und schliefslich in biologisch-chemischer Hinsicht ausgebaut werden.

Wenn bei diesem Vorgehen einerseits unsere Einsicht in einzelne Seiten der Lebensäufserungen des Zellkernes sowohl in extensiver, als auch in intensiver Hinsicht ungemein bereichert wurde, so scheint anderseits der Zellenkern b e g r i f f an seiner ursprünglich so scharfen Begrenzung um so mehr verloren zu haben, je mehr die Anzahl der auf den Kern bezüglichen bekanntgewordenen Tatsachen anwuchs.

1) Der Böhm. Kaiser Franz Joseph-Akademie der Wissenschaften vorgelegt am 24. Juni 1904.

Digitized by Google

Obschon es auch bei dem Individualismus, der Labilität und Mannigfaltigkeit der Erscheinungen aller lebenden Gebilde oft schwer fällt, das eigentlich Charakteristische und Gemeinsame derselben herauszugreifen, um die zur Bildung des abstrakten Begriffes notwendige Basis zu erhalten, so müssen wir trotzdem immer und immer wieder die Neuformulierung solcher Begriffe versuchen, da dieselben uns eine Handhabe zur Beurteilung der in einem gegebenen Falle vorliegenden Verhältnisse bieten.

So erscheint auch die jeweilige Rekonstruktion des Zellkernbegriffes nach dem vorliegenden Stande der Wissenschaft schon aus dem Grunde wünschenswert, um einen Mafsstab für die Lösung des Problems der kernlosen Organismen zu gewinnen.

Indem ich im nachfolgenden den Versuch mache, die Entwicklung des Kernbegriffs zu skizzieren, werde ich gezwungen sein, bekannte Dinge zu wiederholen. Bei der Wichtigkeit des vorliegend bearbeiteten Themas für die cytologische Forschung ziehe ich jedoch die Wiederholung einer Voraussetzung vor, um in meinen Lesern dieselbe Vorstellungsreihe zu wecken, die mich bei meinen Untersuchungen geleitet hat.

Als ein bläschenförmiges binnenzelliges Gebilde von Brown in Pflanzenzellen entdeckt, wurde der Kern gemäfs den damals herrschenden Vorstellungen vom Bau der Pflanzenzelle in seinem Aufbau der letzteren völlig analog aufgefafst und daher, um mit den treffenden Worten O. Hertwigs zu sprechen, als eine »kleinere Zelle in der gröfseren Zelle« angesehen. Diese Vorstellung wurde dann auch auf die tierischen Kerne übertragen.

Neben der äufseren Form war es besonders die so weit verbreitete zentrale Lagerung des Kernes in der Zelle, welche am meisten in die Augen sprang und für so wichtig angesehen wurde, dafs sie selbst zum Ausbau der Zellentheorie von Schwann den Anstofs geben konnte, in welcher der Kern als das Ursprüngliche, als der Kristallisationspunkt erschien, um den herum die Bildung des »organischen Kristalles«, die Zelle genannt, erfolgte.

Doch im Laufe der Zeiten erwies sich die zentrale Lage des Kernes als ein zwar häufiges, doch keineswegs als ein zur

Digitized by Google

Charakteristik des Kernes wesentlich beitragendes Moment, da man ja die Kerne verschiedener Zellen an verschiedenen Punkten derselben gelagert finden kann. Wenn also die zentrale Lagerung gewisser Körnchen in Bakterien zum Beweise der Kernnatur der Körnchen allein angerufen wird, so entspricht dieses Vorgehen nicht dem jetzigen Stande der cytologischen Forschung, obwohl ja nicht bestritten werden soll, dafs der Kern einer ruhenden Zelle im allgemeinen ihren Mittelpunkt einzunehmen trachtet.

Von der relativen Gröfse des Kernes im Verhältnisse zur Masse des Cytoplasmas gilt im allgemeinen zwar die Regel, dafs das gegenseitige Verhältnis derselben ein direktes ist, indem mit wachsendem Zelleibe auch die Gröfse des Kernes zunimmt. Doch ist bekannt, dafs selbst Zellen derselben Art in dieser Hinsicht gewaltige Differenzen aufzuweisen vermögen. Während z. B. unreife Froscheier Kerne von kolossalen Dimensionen beherbergen, finden wir in reifen nur ganz kleine Kerne. Die riesigen Zellen der Milzpulpa der weifsen Ratte besitzen oft trotz des grofsen Zelleibes einen ganz kleinen Kern; derselbe Fall tritt bei gewissen Foraminiferen in Erscheinung. Dagegen findet man das umgekehrte Verhältnis, einen grofsen Kern in einer unbedeutenden Zelleibmasse bei Spermatozoen und Lymphocyten.

Mit Bezug auf diese Variabilität stünde der Annahme winziger Kerne in den Bakterien ganz gewifs kein Hindernis im Wege.

Für die Zahl der Kerne in einer als Einheit auftretenden Protoplasmamasse gibt es keine allgemeingültige Regel. Zwar in der Mehrzahl der Zellen ist blofs ein Kern zugegen; es genügt jedoch auf die Leberzellen hinzuweisen, welche sehr oft eine Ausnahme von dieser Regel bilden, nicht zu sprechen von vielen Protisten und Syncytien (z. B. dem Wandbeleg aus dem Embryosack von Phanerogamen), von Riesenzellen, von vielen niederen Pflanzen und Pilzen, bei welchen die Anzahl der in einem Individuum vorhandenen Kerne bis hundert anwachsen kann.

Das Auffinden eines kernähnlichen Innenkörpers im Bakterienleibe ist also ebensowenig beweisend für seine Kernnatur, als wenn viele solche Körperchen daselbst konstatiert werden.

Digitized by Google

Dafs die äufsere Form des Kernes zwar in der Mehrzahl der ruhenden Zellen sich kuglig oder oval darstellt, ist ja bekannt; doch kann dieser Umstand nicht als etwas für den Kern, als solchen, Charakteristisches gelten. Im Anfange der Kernforschung nahm man freilich an, dafs der Kern als ein in sich abgeschlossener, frei im Zellplasma befindlicher Körper die Kugelform annehmen müsse. Erst viel später zeigte sich, dafs der Zusammenhang des Kernes mit dem Zelleibe ein derartiger ist, dafs auch andere Formen bei dem ersteren zustandekommen können. So treten bei gewissen Lencocyten die mannigfaltigsten Kernformen in Erscheinung; so kommen hufeisenförmige Kerne bei Vorticella, rosenkranzförmige bei Stentor, weit im Zellkörper verzweigte bei einzelnen Crustaceen und besonders in den Drüsenzellen der Insekten vor; so findet man schliefslich sogar in Form von Chromatinbrocken diffus im ganzen Zelleibe verteilte Kerne bei Pelomyxa pallida oder Actinosphaerium vor.

Wenn also die äufseren Strukturverhältnisse des Kernes keine derart allgemeine Basis bieten, dafs man auf ihr allein den Kernbegriff aufbauen könnte, so müssen wir uns den inneren zuwenden, um in denselben den Stützpunkt zu suchen.

Doch auch die innere Struktur zeigt vielfache Variationen. So mufs die Kernmembran nicht vorhanden sein, obwohl sie in den meisten Fällen vorkommt. Die chromatische Substanz kann auf verschiedene Weise zum Ausdruck kommen. Sie kann wabenförmig angeordnet sein oder Netze bilden, die wiederum aus feinen Fäden (Ganglienzellenkerne) oder groben Balken (Kerne der roten Froschblutkörperchen) bestehen können, oder man findet sie nur in Gestalt von Körnchen vor. In anderen Kernen tritt wieder eine Kornfadenstruktur zutage; schliefslich gibt es Kerne, deren Chromatin von einem unverzweigten vielfach verwickelten Bande dargestellt wird. Einzelne Kerne können Nukleolen beherbergen, während andere ihrer entbehren. Auch das Verhältnis zwischen achromatischer und chromatischer Substanz kann sich verschieden gestalten und zwar sowohl in quantitativer Beziehung, als auch bezüglich der morphologischen Lagerung. Sie können nämlich entweder ineinander verwebt oder aber auch voneinander separiert

Digitized by Google

sein. So enthält beispielsweise der Makronukleus der Infusorien die chromatische, der Mikronukleus dagegen die achromatische Substanz. Dem kann wiederum entweder immer so sein, oder es kann dieser Fall nur zeitweise eintreten, wie z. B. bei den Difflugien.

Wie zu sehen, bietet also auch die innere Formgestaltung der Kerne keine derart allgemeine Erscheinung dar, dafs sie allein als Grundlage zur Bildung des Kernbegriffes dienen könnte.

Es erscheint mir auch notwendig, an dieser Stelle die Diskussion zu berühren, welche sich über die Konsequenzen der bei kombinierten Färbungen zutage tretenden Differenzen zwischen dem Kerne der Metazoenzellen und der frei lebenden einzelligen Protozoen entsponnen hat.

Während man früher der Meinung war, dafs auch der Kern der letzteren einen Nukleolus enthalte, ist dieses auf Grund tinktorieller Versuche von Feinberg[1]) bestritten worden. Durch Anwendung der Methode von Romanowski fand nämlich Feinberg, dafs sich das Cytoplasma der Körper- und Pflanzenzellen blau, der Kern in rotem Tone und der Nukleolus wiederum blau färbt, während verschiedene Protisten, als Gregarinen, Flagellaten, Plasmodiophora Brassicae, Malariaplasmodium u. a. in dem blauen Cytoplasma einen ungefärbten Ring zeigen, dessen Mitte ein leuchtend rotes Korn einnimmt. Aus dieser Färbungsdifferenz schliefst Feinberg, dafs der Kern der Protisten einen ganz anderen Bau aufweist, indem das färbbare Korn desselben sich tinktoriell anders verhält als der Nukleolus der Metazoenzellen, für dessen Analogon es bisher gehalten wurde, und seine Färbung derjenigen des Kernes der letzteren entspricht. Daher nennt es Feinberg auch den Kernpunkt.

Feinbergs Ansicht nach besteht nun der Protistenkern aus dem zentralen Chromatinkorn, das von einer aus Kernsaft bestehenden und deshalb ungefärbt bleibenden Zone umgeben ist, welche sich unmittelbar an das Cytoplasma anschliefst. Ein

1) Feinberg, Fortschritte d. Mediz., 17, 1899. — Monatsschr. f. Psych. u. Neurol., XI, 1902. — Berliner klin. Wochenschr., Nr. 24, Nr. 45, 1902.

Digitized by Google

Kernkörperchen soll also in einem solchen Kerne nicht vorhanden sein.

Dieser Bau ist an Protistenkernen schon vor Feinberg von einer Reihe von Forschern erschlossen worden. Doch hielten dieselben den Kernpunkt Feinbergs für den Nukleolus und Nawaschin[1]) glaubte sogar in dem denselben umgebenden ungefärbten Ringe bei Plasmodiophora Brassicae Reste des Kerngerüstes gesehen zu haben. Diese konnte nun Feinberg selbst an demselben Objekt nicht wiederfinden[2]). Trotzdem beruht aber seine oben angeführte Deutung des färbbaren Kornes — als eines dem Kerne analogen Gebildes — nur auf dem Färbungsunterschiede, der sich bei Anwendung der Methode von Romanowski ergibt.

Es gilt also nun, zu untersuchen, welcher Wert dieser Methode für die Beurteilung der Kernverhältnisse beigemessen werden darf.

Vor allem ist zu erwägen, dafs nicht alles, was analoge Färbung zeigt, identisch zu sein braucht, indem die physikalischen Verhältnisse des Substrates dabei vielfach eine entscheidende Rolle spielen. Es wird sicherlich niemandem beifallen, die Kerne der Blutzellen für acidophil zu halten, weil sie sich in Ehrlichs Aurantia-Eosin-Indulin-Gemisch mit einem saueren Farbstoffe und sogar glyzerinecht färben.

Wie berechtigt dieser Einwand ist, zeigt die von Unna festgestellte Tatsache, dafs die Mucin- und Mastzellengranula, also zwei chemisch gänzlich verschiedene Dinge, sich tinktoriell analog verhalten wie die Kernpunkte der Protisten.

Nach Pappenheim[3]) ist der Kernpunkt weder mit dem Kerne, noch mit dem Kernkörperchen höhergestellter Zellen zu identifizieren; bei Anstellung eines Vergleiches seien auch die übrigen Eigenschaften zu berücksichtigen. Freilich bestehe ein Unterschied zwischen den Zellen der Metazoen und Protozoen, indem der Nukleolus der ersteren sich als cyanophil, derjenige der letzteren dagegen als erythrophil erweise. Aber ein Schlufs

1) Nawaschin, Flora, 1899.

2) Feinberg, Deutsche med. Wochenschr., Nr. 2, 1902.

3) Pappenheim, Färber. z. Kenntnis d. sog. Chromatinkorns von Protisten. Berliner klin. Wochenschr., Nr. 47, 1902.

Digitized by Google

auf die allgemeine chemische Beschaffenheit des Kernpunktes kann aus den Resultaten der Romanowskischen Färbung nicht gezogen werden, weil sich bei singulärer Färbung mit dem »Rot aus Methylenblau« auch die Zellkerne tingieren. Um zu zeigen, ob sich die Substanz des Kernpunktes analog verhalte wie die des Zellkernes der Metazoen, müsse man Methylgrün verwenden, einen Farbstoff, der sich durch seine spezifische Affinität zum Nuklein auszeichnet und Zellkörper niemals mitfärbt. Da zeigt sich nun, dafs sich der Kernpunkt dem Methylgrün gegenüber negativ verhält. Da jedoch derselbe von dem Methylenazur (Rot aus Methylenblau), einem basischen Farbstoffe, gefärbt wird, so mufs daran festgehalten werden, dafs der Kernpunkt aus einer Substanz von saueren Eigenschaften besteht, sich also ähnlich verhält wie das Kernnuklein. Das tinktorielle Verhalten des Kernpunktes der Protisten entspricht also nach Pappenheim tatsächlich dem Zellkerne der Metazoen. Doch ist sein Nuklein weniger sauer, da es sich zwar mit dem auch gewisse sauere Eigenschaften besitzenden Methylenazur färbt, nicht aber mit dem absolute Basizität besitzenden Methylgrün. Aus diesem Umstande darf jedoch, wie ich Pappenheim gegenüber hervorheben möchte, nicht geschlossen werden, dafs der Kernpunkt der Protisten ein Analogon des Zellkernes der Metazoen sei. Von Mosse[1]) ist nämlich gezeigt worden, dafs sich aus dem Vergleiche der Färbungsresultate mit einem das Methylgrün als Base enthaltenden und einem dasselbe nicht enthaltenden Farbstoffgemisch wesentliche Unterschiede für die Beurteilung der allgemeinen Chromatophilie ergeben. Nach Mosse mufs man verschiedene Grade der Basophilie unterscheiden. Das Kernkörperchen der Tierzellen aber ist nicht, wie man bisher gemeint hat, acidophil, sondern basophil und zwar, ganz im Einklange mit dem Befunde von Pappenheim an Protisten, in geringerem Grade basophil als das Kerngerüst.

Somit ergibt sich, dafs der von Feinberg vermutete prinzipielle Unterschied im tinktoriell chemischen Aufbaue der Protisten- und Metazoenkerne in Wirklichkeit nur auf graduellen

1) Mosse, Berliner klin. Wochenschr., 1902.

Digitized by Google

Differenzen der Basophilie, welche aber den beiden Kernarten gemeinschaftlich ist, beruht.

Dieses Ergebnis ist von Wichtigkeit für die Beurteilung meiner nachstehend zu erwähnenden Beobachtungen.

Aus dem Gesagten kann aber entnommen werden, dafs bei der Entscheidung der Frage, ob ein bestimmtes Gebilde ein Kern sei oder nicht, eventuell gegebenenfalls die morphologischen Kriterien versagen können, woraus die Notwendigkeit erfliefst, nachzusehen, ob nicht etwa andere Anhaltspunkte von allgemeiner Gültigkeit vorhanden sind.

Und da vernehmen wir, dafs uns bei den Kernen tatsächlich eine auffallende Übereinstimmung entgegentritt, mag ihre morphologische Erscheinung auch noch so viele Mannigfaltigkeit darbieten.

Diese Übereinstimmung betrifft den Umstand, dafs alle Kerne, ausnahmslos, in den Komponenten ihrer inneren Struktur eine Reihe von Substanzen enthalten, welche sämtlich nur verschiedene Arten des Nukleins sind.

Ohne Nuklein gibt es keine Kerne.

In dieser chemischen Eigentümlichkeit, von der es nach dem nunmehrigen Stande der Wissenschaft keine Ausnahme gibt, finde ich das einzig Gemeinsame aller Kerne und daher auch das einzig Charakteristische und Wesentliche des Kernes im allgemeinen.

Zwar ist den Kernen natürlich auch die physiologische Funktion bei der Teilung der Zellen gemeinsam. Doch ist zu bedenken, dafs der physiologische Standpunkt zur Beurteilung der Kernfrage nicht in jedem Falle herangezogen werden kann, man bestünde denn darauf, die Entwicklungsgeschichte jeder Zelle und ihres Kernes zu verfolgen. Denn es gibt ja bekanntlich Kerne, an denen sich (wie z. B. an den Ganglienzellenkernen) während des allergröfsten Teiles des Lebens normalerweise keine Teilungsvorgänge nachweisen lassen. Doch bestehen auch solche Kerne aus Nuklein und gestatten daher eine Beurteilung vom chemischen Standpunkte aus.

Es wäre freilich noch zu erwägen, inwiefern sich etwa die Nukleinsubstanzen am Aufbaue des Cytoplasmas beteiligen. Zu

Digitized by Google

dieser Frage würde uns die von Stricker entdeckte und von anderen Autoren bestätigte[1]) Tatsache des zeitweisen Verschwindens der Kerne in gewissen lebenden Leukocyten berechtigen, da bei diesem Vorgange die Nukleinsubstanzen des verschwundenen Kernes vom Cytoplasma aufgenommen werden mufsten. Zwar ist die Möglichkeit nicht ausgeschlossen, dafs sich bei dem Verschwinden des Kernes sein Nucleïn in solcher Weise chemisch verändert, dafs es als solches zu existieren aufhört. Doch ist dieser Vorgang bis jetzt zu wenig studiert worden und ist weiterhin nur lebenden Zellen eigen. Nach den bisher gesammelten Erfahrungen tritt nämlich auch in vollständig kernlos aussehenden Zellen der Kern nach Abtötung derselben durch Zusatz von fixierenden Flüssigkeiten wieder auf, und es kann sodann festgestellt werden, dafs sich die Nukleinsubstanzen nur im Kerne, nicht aber im Cytoplasma befinden.

Wenn man aber neben den morphologischen und physiologischen Eigenschaften auch auf die von Stricker zuerst gemachte Beobachtung, dafs in vollständig kernlos aussehenden lebenden Zellen der Kern neuauftauchen kann und zwar, wie ich gefunden habe, selbst in veränderter Form und Anzahl, Rücksicht nimmt, so wird man den Kern kaum anders definieren können, als eine bei der Zellteilung aktiv beteiligte, mit den chemischen und tinktoriellen Eigenschaften des Nukleins ausgestattete Differenzierung des Protoplasmas.

Ausgehend von dieser Definition, wird man die Lösung der Kernfrage bei Organismen, bei welchen — wie bei den Bakterien — weder die morphologische, auf das Auffinden von Kernen gerichtete, noch die physiologische, auf Beobachtung von Teilungsvorgängen hinzielende Forschung in einwandfreier Weise zum Ziele geführt hat, auf dem Gebiete der Chemie zu suchen haben.

Die Frage, ob und in welchem Mafse die Bakterien Nukleine enthalten, läfst sich auf doppeltem Wege beantworten. Erstens

1) Siehe hierüber meine Arbeit: »Über d. biol. Bedeutung d. färbbaren Körnchen d. Bakterieninhaltes«. Archiv f. Hygiene, Bd. 47, S. 381 ff.

Digitized by Google

auf dem Wege der analytischen Chemie, zweitens mit Hilfe der tinktoriellen Analyse nach den Angaben von Ehrlich.

Ich habe beide Wege betreten und gestatte mir im nachfolgenden meine Resultate vorzulegen.

II. Wahl des Untersuchungsobjektes. Der histologische Aufbau des Milzbrandbakteriums.

Als Objekt der nachfolgenden Untersuchungen habe ich das Bact. anthracis gewählt. Bei dieser Wahl waren die nachstehenden Gründe ausschlaggebend.

Vor allem ist die feinere Struktur des Bact. anthracis bereits des öfteren Gegenstand der Forschung gewesen, so dafs sich zahlreiche Anknüpfungspunkte ergeben, an welche sich neue Studien anschliefsen können.

Des weiteren waren es Gründe methodischen Charakters, welche mich für die Wahl des Bact. anthracis bestimmt haben, nämlich die verhältnismäfsig grofsen Dimensionen desselben, weiterhin die für Kernstudien bei sporogenen Bakterien aufserordentlich wichtige Möglichkeit, asporogene Generationen durch Züchtung im Tierkörper zu erhalten, sowie der für meine farbenanalytischen Studien aufserordentlich vorteilhafte Umstand, durch gleichzeitige Gegenwart von Bakterien und kernhaltigen Zellen in demselben Blutpräparate die einen als Kontrolle der anderen mit Bezug auf ihr Verhalten verschiedenen Farbstoffen gegenüber benützen zu können.

Schliefslich erscheint es mir notwendig, angesichts der bereits chaotisch werdenden, an den verschiedensten Objekten mit Hilfe heterogener Methoden gemachten Beobachtungen über die feinere Struktur der Bakterien, dieselben auf ein leicht erreichbares und, wie eben angedeutet, verschiedene Vorteile bietendes Objekt zu konzentrieren, um durch solche Konzentration der Forschung eine Übersicht des bislang errungenen Wissens, sowie auch eine verläfsliche Kontrolle der Ergebnisse zu ermöglichen.

Von den neueren Arbeiten, welche sich mit der feineren Struktur des Milzbrandbazillus beschäftigen, ist vor allem die

Digitized by Google

von Krompecher[1]) anzuführen, weil sie uns neue Momente kennen lehrt, welche, wie ich weiter zeigen werde, imstande sind, die Verhältnisse derselben unserem Verständnisse näherzubringen. Krompecher konnte nämlich zeigen, dafs innerhalb des Milzbrandbazillus aufser dem schon von Bunge gekannten säurefesten Körper von je nach der Entwicklung des Individuums veschiedener Gröfse noch in dem Inneren des letzteren ein kleineres, gleichfalls säurefestes Körperchen beherbergt wird.

Dieses letztere hält nun Preisz[2]) wegen seines metachromatischen Verhaltens dem Karbolmethylenblau gegenüber und wegen der Teilungserscheinungen, die er an ihm konstatieren konnte, für den eigentlichen Kern des Milzbrandbazillus. Aufser den zwei säurefesten Körpern sieht Preisz alle von anderen Autoren beschriebene Strukturen als nebensächlich an. In dieser Beziehung vermag ich ihm natürlich nicht zu folgen. Aber auf einige Momente seiner Darstellungen möchte ich doch, ohne vorläufig auf die Kernfrage selbst einzugehen, hinweisen, da sie Tatsachen bestätigen, über welche ich in meiner ersten Arbeit[3]) berichtet habe.

Preisz beobachtete nämlich Bilder, die er als passive Teilung eines Strukturkornes durch eine dasselbe spaltende Querscheidewand auffafste. Diese Bilder entsprechen aber völlig denjenigen, welche ich bei Gelegenheit der Schilderung der von mir in vivo beobachteten Bildung der Scheidewand aus einem solchen Körnchen an einem Luftkokkus beschrieben habe. Auch Vejdovský gibt, entgegen seiner früheren Ansicht, nunmehr zu, dafs die Körnchen nicht frei in Vakuolen, sondern im wandständigen Plasma oder in quergespannten Brücken desselben liegen können. Wie diese Brücken entstehen, gibt jedoch Vejdovský nicht an.

Preisz hat weiterhin beobachtet, dafs derjenige Teil des Milzbrandbakteriums an einem der Pole, welcher zur Spore werden

1) Krompecher, Unters. über d. Vork. metachromat. Körnchen bei sporentrag. Bakterien etc. Centralbl. f. Bakt., XXX, 1901.

2) Preisz, Studien über Morph. u. Biol. d. Milzbrandbaz. Centralbl. f. Bakt., I, XXXV, 1904.

3) Archiv f. Hygiene, Bd. 47, 1903.

Digitized by Google

soll, durch eine in der von mir beschriebenen Weise gebildete Scheidewand von dem übrigen Inhalte des Stäbchens abgesondert wird und meint, dafs diese Bildung kleinster Polsegmente nur bei Eintritt der Sporenbildung zu konstatieren sei. Dem mufs ich aber entgegenhalten, dafs man öfter sehr lange Fäden durch Zwischenwände gänzlich in solche kleine Abschnitte geteilt sehen kann, und zwar auch bei Bakterien, welche keine Sporen bilden. Ich habe solche Fälle in meiner ersten Arbeit Taf. II, Fig. 1 b, c, Bac. Zenkeri, Fig. 4 c Bac. mycoides, Fig. 18 Spirillen abgebildet. Auch bei dem Milzbrandbakterium kann man denselben begegnen. Ohne die Tatsache und selbst die Richtigkeit der Deutung in den Fällen von Preisz bekämpfen zu wollen, möchte ich durch obige Gegenüberstellung nur darauf aufmerksam machen, dafs der Absonderung kleiner Teile des Bakterienkörpers auch noch eine andere Bedeutung zukommen kann als die der Sporenbildung.

Des weiteren wäre noch die Publikation von Ottolenghi[1]) zu erwähnen, weil in derselben die von mir (l. c.) über die Netz- und Körnchenstrukturen des Milzbrandbakteriums gemachten Angaben auf Grund von Beobachtungen, welche mit Hilfe der vitalen Neutralrottinktion angestellt worden sind, gänzlich bestätigt werden. Aufserdem werden die Modalitäten des Inerscheinungtretens desselben näher ausgeführt. Demnach erscheint das Strukturnetz im Beginne aus grofsen, durch Fädchen verbundenen Körnchen zusammengesetzt, die fast den ganzen Körper einnehmen; später sind die Körnchen viel kleiner und besonders an der Peripherie dicht zusammengedrängt, während das Zentrum von einem ziemlich lichtbrechenden, ungefärbten Raum eingenommen wird. Darauf erscheint im Innern der Bazillen ein ovales Gebilde mit netzförmiger Struktur, im Zentrum der Bazillen ist der helle Raum, der mitunter ein manchmal freiliegendes, häufiger aber mit dem übrigen Netze im Zusammenhange stehendes Körnchen enthält. In alten Kulturen schliefslich sieht man unregelmäfsige, diagonal zur Längsachse des Bazillus gestellte, mittelständige Körnchenreihen oder Haufen von

1) Ottolenghi, Über d. feinere Strukt. d. Milzbrandbaz. Centralbl. f. Bakt., I. Abt., Orig. Bd. 35, 1904.

Digitized by Google

Schollen. In lange bei Zimmertemperatur gezüchteten Kulturen erblickt man ein Netz, das in dem von ihm eingeschlossenen Raume ein oder mehrere Körnchen enthält.

Somit stellt sich, neueren Forschungen gemäfs, der Aufbau des Milzbrandbakteriums folgendermafsen dar.

Die folgende Beschreibung bezieht sich auf das asporogene Milzbrandbakterium, an dem man nachstehende Bestandteile unterscheiden mufs, die räumlich und zum Teil vielleicht auch zeitlich (im entwicklungsgeschichtlichen Sinne) voneinander getrennt sind: die Membran, die Netzstruktur, die Innenkörper und die die Lücken zwischen den Netzmaschen ausfüllende Substanz.

Die von mir beschriebene, oft Körnchen tragende Netzstruktur, welche in konstanter Weise bis jetzt hauptsächlich durch die vitale Färbung mit Methylenblau oder Neutralrot nachgewiesen werden kann, liegt bei dem Milzbrandbazillus nach Ottolenghi unter der Membran. Meiner Meinung nach ist der ganze Körper des Stäbchens mit Ausnahme der von den Innenkörpern eingenommenen Räume von dem Netzwerke durchtreten. Dies scheint freilich nicht bei allen Bakterienarten der Fall zu sein. Ich erinnere auf die in meiner ersten Arbeit in Fig. 22 abgebildeten, bei welchen die Netzstruktur blofs die äufserste Peripherie der Stäbchen einzunehmen schien.

Bezüglich der Netzstruktur möchte ich noch die folgenden Bemerkungen machen, zu welchen mich meine neuen Untersuchungen geführt haben.

Vor allem erwähne ich Bilder der Netzstruktur, welche auf Teilungsvorgänge hinzuweisen scheinen. Über solche lag bis jetzt keine Beobachtung vor, und bilden daher die von mir gesehenen (Fig. 1) eine willkommene Vervollständigung der von Nakanishi und Preisz an den Innenkörpern beobachteten Teilungserscheinungen. Die Teilungsbilder der Netzstruktur, welche auf direkte Teilung hinweisen, habe ich in Kulturen, die älter waren als 24 Stunden, bisher nicht gesehen, doch mufs ich hervorheben, dafs sie auch in diesen ziemlich selten sind.

An dieser Stelle mufs ich auch auf einige Bilder der Netzstruktur aufmerksam machen, die auf den ersten Blick täuschend

Digitized by Google

karyokinetischen Figuren ähnlich sind, aber natürlich mit kargokinetischen Teilungen nichts Gemeinsames haben. In Fig. 2b bilde ich z. B. einen solchen Fall ab, der einem Dyaster kaum ähnlicher sein könnte. Und doch handelt es sich um nichts anderes, als um zufällige Formen der Netzstruktur. Durch Abfärbung mit schwach angesäuertem Wasser konnte der am Berührungspunkte der Fäden angesammelte Farbstoff (in diesem Falle Methylenblau) abgefärbt werden, worauf an dieser Stelle in üblicher Weise ein Körnchen in Sicht trat. Auch konnte in anderen derartigen Fällen eine Verbindung der Figur mit anderen an der Peripherie des Bazillus gelagerten Körnchen nachgewiesen werden, so z. B. bei dem vermeintlichen Monaster in Fig. 2a, c.

Was die Membran des Milzbrandbakteriums betrifft, so kann dieselbe aufser mit anderen auch mit Hilfe meiner weiter unten mitgeteilten Wasserblau-Eosinmethode distinkt und deutlich als ein von der übrigen Körpersubstanz morphologisch und wohl auch chemisch verschiedenes Gebilde dargestellt werden.

Aufser den erwähnten enthält der Milzbrandbazillus an wichtigeren morphologischen Bestandteilen noch einen oder mehrere säurefeste Innenkörper, deren einer, je nach dem Entwicklungsstadium, noch ein (oder zwei) säurefestes Körnchen einschliefsen kann. Diese sollen später besprochen werden.

Nun noch einige vergleichende Worte über die Gesamtstruktur des Milzbrandbazillus.

Vergleicht man die z. B. von Krompecher gegebenen Bilder des Milzbrandbazillus, in welchen nebst dem säurefesten Körper auch der kleinere Innenkörper in Einzahl dargestellt ist, in morphologischer Hinsicht mit den an Amoeben gewonnenen, so wird man nicht umhin können, die aufserordentliche Ähnlichkeit dieser Bilder zuzugeben. Ich lege Gewicht auf diese Ähnlichkeit, nicht um den Schlufs zu ziehen, dafs die Analogie im Aufbau so differenter Protisten, wie es Amöben und Bakterien sind, absolut ist, sondern nur, um im Anschlusse an die früher erörterte Diskussion über die Bedeutung des »Kernpunktes« an die Möglichkeit zu erinnern, dafs der »Kernpunkt« der Bakterien, der identisch ist mit dem metachromatischen Körnchen von

Digitized by Google

Krompecher, auch eine andere Deutung erfahren kann, als sie ihm von Feinberg und Preisz zuteil geworden ist.

Wie sich die Ergebnisse meiner Untersuchungen zu diesen Erwägungen stellen, ist weiter unten dargelegt.

III. Der Nukleingehalt des Milzbrandbakteriums.

Der Versuch, die Lehre von der Zellennatur der Bakterien durch chemische Untersuchung derselben zu stützen, ist bereits mehrfach unternommen worden, und es ist auch gelungen, in den Bakterien Kernsubstanzen entweder direkt oder mittels ihrer Spaltungsprodukte nachzuweisen.

So hat Galeotti[1]) mit Hilfe der Methode von Hammarsten Nukleoproteide aus Bakterien rein darstellen können. Desgleichen hat Giaxa[2]) gefunden, dafs die Tuberkelbazillen hauptsächlich aus einer Substanz bestehen, welche die Eigenschaften des Nukleins besitzt, und die von Ruppel und Behring als Nukleinsäure erkannt worden ist. Auch Ivanoff[3]), Krawkov[4]) und Bendix[5]) erhielten Nukleoproteide aus Bakterien. Nishimura[6]) wies dagegen die Nukleinbasen Xanthin, Quanin und Adenin in einem Wasserbazillus nach.

Nachdem Kossel[7]) im Hefenuklein die Pentosengruppe nachgewiesen hat, fand eine Reihe von Autoren[8]) dieselbe auch in den Nukleinen verschiedener tierischer Organe auf. Daraus ist geschlossen worden, dafs die erwähnte Kohlehydratgruppe für viele (wenn nicht, wie manche meinen, für alle) Nukleine charakteristisch ist.

---

1) Galeotti, Zeitschr. f. physiol. Chemie, Bd. 25, 1898.

2) Giaxa, Ann. d'igiene speriment., 1900.

3) Ivanoff, Hofmeisters Beitr. z. chem. Phys. u. Path., I, 1902

4) Krawkov, Vrač, 1901.

5) Bendix, Deutsche med. Wochenschr., 1901.

6) Nishimura, Archiv f. Hygiene, Bd. 18, 1893.

7) Kossel, Archiv Du Bois-Reymond, 1892, 1893.

8) Hammarsten, Zeitschr. f. phys. Chem., 19, 1897. — Salkowski, ibid., 27. — Blumenthal, Berliner klin. Wochenschr., 1897. — Bergell und Jacob, Zeitschr. f. klin. Med. — Bang, Deutsche med. Wochenschr., 1897. — Neumann, Physiol. Ges., Berlin. — Wohlgemuth, Berliner klin. Wochenschr., 1900.

Digitized by Google

Was die Bakterien anlangt, so hat bereits Hammerschlag[1]) behauptet, dafs die Tuberkelbazillen ein Kohlehydrat, und zwar Zellulose, enthalten. Auch Nencki und Schaffer[2]) glaubten in den von ihnen analysierten Bakterien ein Kohlehydrat nachgewiesen zu haben. Helbing[3]) meinte auf Grund von Farbenreaktionen, dafs in Tuberkelbazillen Chitin, welches neuerdings von Ivanoff (l. c.) in Bakterienmembranen gefunden worden ist, und demgemäfs Glukosamin als Kohlehydrat enthalten sei. Bendix (l. c.) wies schliefslich die Pentosengruppe in den Nukleoproteiden von Tuberkelbazillen, Diphtheriebazillen und Bakteriengemischen aus Fäkalien mit Hilfe der Methode von Salkowski nach.

Ich habe zuerst festzustellen versucht, ob und wieviel Nuklein etwa in den Milzbrandbazillen enthalten ist und habe zu diesem Zwecke Anthraxkulturen nach dem Verdauungsverfahren bearbeitet.

Ich gofs Agar-Agar in 40 Petrische Schalen, liefs das Kondensationswasser der Platten im Brutkasten verdampfen und impfte dann den Nährboden mit in gewöhnlicher Bouillon reichlich aufgeschwemmten Keimen, indem ich einige Tropfen derselben auf jede Platte aufträufelte und über ihre ganze Fläche verteilte. Der im Thermostat bei 35° C aufgewachsene, gleichmäfsige Belag wurde nach einigen Tagen mittels eines leicht gebogenen, runden, dünnen Glasstäbchens behutsam gesammelt, was keine Schwierigkeiten verursachte. Der Belag liefs sich auf diese Weise leicht, ohne Beschädigung des Nährbodens, abstreifen.

Das erhaltene Material wurde gut durcheinandergemischt, in einem Teile desselben nach guter Durchwaschung die Trockensubstanz bestimmt. Die übrige, in feuchtem Zustande abgewogene Kulturenmasse wurde in einem breiten und hohen Glaszylinder der Verdauung durch künstlich bereiteten Magensaft bei 35° C unterworfen.

1) Hammerschlag, Centralbl. f. klin. Med., 1891.
2) Nencki und Schaffer, Journ. f. prakt. Chemie, 20.
3) Helbing, Deutsche med. Wochenschr., 1900.

Digitized by Google

Ich verwendete dazu $^3/_4$ l Magensaft, welcher nach der mir von Prof. Kabrhel[1]) empfohlenen Weise als Glyzerinextrakt von vier Schweinemägen zubereitet und zum Gebrauche im Verhältnisse von 1 : 100 einer 0,25 proz. H Cl-Lösung verwendet wurde. Da der Glaszylinder 13 cm im Durchmesser hatte, konnte sich die wenige (3—5) Gramm wiegende Kulturmasse genügend auf seinem Boden ausbreiten, so dafs das Sediment keine zu hohe und aufserdem stets lockere Schicht bildete. Überdies wurde, um eine allseitige Einwirkung des Magensaftes zu ermöglichen, der Inhalt des Glaszylinders öfter durchschüttelt. Nach fünftägiger Einwirkung wurde das Sediment mittels Saugpumpe mit destilliertem Wasser gründlich ausgewaschen und der Rest auf ausgetrocknetem Filter bis zur Erreichung eines konstanten Gewichtes gewogen.

Der erste in dieser Weise vollführte Versuch ergab einen Gehalt von 57% Nuklein.

Bei einem zweiten, genau in derselben Weise vorgenommenen Versuche erhielt ich einen Gehalt von 70% Nuklein.

Diese, wiewohl an sich ansehnlichen Zahlen stehen in einem geradezu krassen Widerspruche zu den Ergebnissen der mikroskopischen Untersuchung der durch den künstlichen Magensaft verdauten Bakterien, über welche ich weiter unten berichte, lassen sich aber durch die Mängel der angewendeten Methode erklären. Dieselbe will nämlich nur eine Methode zur Darstellung, keineswegs aber eine Methode zur quantitativen Bestimmung des Nukleins sein. Dies erhellt auch aus dem Umstande, dafs jeder der beiden Versuche eine andere Zahl ergab, obwohl sie in ganz derselben Weise ausgeführt wurden, und auch das Material in beiden dasselbe war.

IV. Einige Bemerkungen zur tinktoriellen Analyse des Milzbrandbakteriums.

Nach den Arbeiten von Zettnow u. a. wäre es gewifs überflüssig, die allgemeine Chromatophilie des Milzbrandbakteriums

1) Kabrhel, Über d. Einwirkung d. künstl. Magensaftes auf path. Mikroorganismen. Archiv f. Hygiene, X, 1890.

Digitized by Google

speziell zu behandeln. Auch das Verhältnis dieser Chromatophilie zu der anderer Zellen erscheint durch die Arbeiten verschiedener Autoren in allgemeinen Umrissen klar dargelegt.

Um kurz zu resumieren, ist vor allem festgestellt worden, dafs die Milzbrandbakterien sich sowohl mit basischen als auch mit saueren Farbstoffen, unter Ausschlufs der Indulinsulfosäure, ganz gut färben lassen. In ähnlicher Weise verhalten sich auch die Gewebskerne.

Durch Färbungen mit neutralen Farbgemischen konnte weiterhin konstatiert werden, dafs die Milzbrandbakterien dabei ausschliefslich den basischen Farbstoff aufnehmen.

Dieselben sind also sog. amphophile-basophile Substrate, und ihr Verhalten in dieser Beziehung erscheint demjenigen der Gewebskerne völlig analog.

Da ich mir von der weiteren Verfolgung der tinktoriellen Verhältnisse die Gewinnung neuer Gesichtspunkte für die Beurteilung der Kernfrage bei den Bakterien versprach, unternahm ich eine Reihe von Versuchen nach dieser Richtung hin, die mich vor allem über das gegenseitige tinktoriell analytische Verhältnis der einzelnen Komponenten des Milzbrandbakteriums aufklären sollten.

Sodann wünschte ich zu erfahren, inwiefern sich zwischen denselben und den Bestandteilen von Gewebszellen Vergleiche mit Bezug auf eine eventuelle Analogie anstellen lassen.

Zu diesem Zwecke mufste die Benutzung von Anthraxbazillen ganz besonders vorteilhaft erscheinen, da sie, in den Tierkörper gebracht, keine Sporen bilden — bei asporogenen Bakterien aber, nach der Angabe von Nakanishi, der Kern besonders leicht nachgewiesen werden kann —, und da sie bei Anwendung des Tierversuches zugleich einen Vergleich mit den Gewebszellen gestatten.

Vor allem schien es mir notwendig, die wohl naheliegende Frage zu entscheiden, ob sich die Bakterien betreffs ihrer tinktoriellen Eigenschaften nicht etwa ähnlich verhalten wie die Lymphocyten, welche einen basophilen Kern in einem gleichfalls basophilen Cytoplasma einschliefsen. Da über die all-

Digitized by Google

gemeine Chromatophilie der Milzbrandbakterien keine Zweifel obwalten können, so könnte zur Entscheidung der aufgeworfenen Frage ein bibasisches Färbegemisch verwendet werden, das Methylgrün enthalten würde. Das Methylgrün besitzt nämlich — wie bekannt — eine spezifische Affinität zum Chromatin der Metazoenkerngerüste, die als chemische Reaktion anzusehen ist, da die Zellenkerne auch aus einem Färbegemisch, welches das Methylgrün in einer beliebigen (also auch ohne Rücksicht auf Molekularvolumen und Tinktorialkraft bemessenen) Menge enthält, dasselbe entnehmen. Die positive Methylgrünfärbung kann somit als Nachweis der Kernsubstanz angesehen werden.

Wenn dabei die Milzbrandbakterien einen Kern enthalten, so sollte sich derselbe nach dem Obigen durch Färbung mit Methylgrün nachweisen lassen.

Das von mir zu diesem Zwecke benutzte bibasische Gemisch enthielt gleiche Teile einer 8,4proz. wässerigen Lösung von Methylgrün und einer 0,18proz. wässerigen Lösung von Fuchsin.

Die Färbung mit diesem Gemische ergibt nun bei einfacher physikalischer Fixation (nämlich Austrocknen der Bakteriensuspension im Exsikkator) ein insofern interessantes Ergebnis, als die Milzbrandbakterien das Methylgrün überhaupt nicht aufnehmen und sich in der weit überwiegenden Mehrzahl der Fälle mit dem Fuchsin tingieren, in der Minderheit derselben kommt eine Mischfarbe zustande.

Somit könnte man schliefsen, dafs die Milzbrandbakterien keine Substanz von dem Charakter des Gewebskerngerüstes enthalten.

Dieser Schlufs wäre jedoch, wie ich sogleich zeigen werde, nicht genügend motiviert.

Dafs die Milzbrandbakterien eine Substanz von denselben tinktoriellen Eigenschaften wie die Zellenkerne enthalten, geht aus den Resultaten der Romanowskischen Färbemethode hervor, wie z. B. Zettnow gezeigt hat.

Pappenheim hat wiederum an Gonokokken und anderen Bakterien gezeigt, dafs dieselben sich mit dem Methylgrün

Digitized by Google

nicht, dagegen aber mit anderen und zwar weniger als das letztere basischen Farbstoffen färben; daraus zog er den Schluſs, daſs wohl die von ihm untersuchten Bakterien aus basophiler Substanz bestehen, daſs aber — wie der negative Ausgang des Versuches mit dem Methylgrün zeige — ihre organische Säure zu schwach ist, um das Salz des Methylgrüns zu spalten und mit der Base desselben eine gefärbte Verbindung zu bilden.

Es wäre daher der Schluſs zulässig, daſs das oben erwähnte Färbungsresultat auch die Deutung zuläſst, daſs sich die Milzbrandbakterien tinktoriell wie weniger basische Kerne verhalten.

Auch die weiteren von mir unternommenen Untersuchungen haben Resultate erbracht, die mich bewogen, betreffs der Milzbrandbakterien die Ausführungen von Pappenheim und Mosse in Anwendung zu bringen.

Einen Teil dieser Resultate teile ich im nachfolgenden Absatze mit; da ich aber denselben nicht vorzugreifen wünsche, beschränke ich mich vorläufig auf die Ergebnisse der tinktoriellen Versuche.

Mit Hinblick auf dieselben bleibt mir nur der Schluſs übrig, daſs die Basophilie der Milzbrandbakterien keine absolute ist.

Demnach bestehen die Milzbrandbakterien aus basophiler Substanz, deren Acidität jedoch, wie die Färbungen mit meinem bibasischen Gemische ergeben, unter derjenigen der Gewebskerne steht.

Es ist jedoch klar, daſs durch ähnliche Färbungen die Frage, ob die Basophilie der Milzbrandbakterien der Basophilie des Cytoplasmas oder derjenigen des Kernes entspricht, nicht entschieden werden kann. Ich werde jedoch im nächsten Kapitel auf diese Frage zurückkommen.

Ich habe noch einige Bemerkungen über das tinktorielle Verhältnis gewisser färbbarer Körnchen der Bakterien zu deren übrigem Körper beizufügen.

Wie ich nämlich bereits angeführt habe, ist von Feinberg die Analogie des Kernpunktes der Protisten mit gewissen färbbaren Körnchen des Bakterieninhaltes dargelegt worden. Diese Körnchen wurden von Feinberg und anderen Autoren,

Digitized by Google

auch von Pappenheim, als Analoga der Kerne aufgefafst. Da aber Mosse bewiesen hat, dafs die Nukleolen — denen Feinbergs Kernpunkt der Protisten morphologisch entspricht — gleichfalls nur einen weniger saueren Teil des Kernes darstellen, aber doch basophil sind, so wird man zugeben müssen, dafs die denselben analogen Körnchen der Bakterien auch noch eine andere Deutung zulassen.

Meine weiteren färberischen Untersuchungen, die ich an den Anthraxbazillen unternommen habe, beziehen sich also auf die Konstatierung des Charakters der beiden in denselben eingeschlossenen Innenkörper.

Denn, wenn wir uns der Verhältnisse bei den Lymphocyten als jenen Zellen, denen die Bakterien am analogesten erscheinen könnten, vorausgesetzt, dafs ihr Zellencharakter bewiesen wäre, erinnern, so bemerken wir, dafs ihr Cytoplasma, das ebenso amphophil-basophil ist wie der Leib der Milzbrandbazillen, eine gröfsere Basophilie aufweist als ihre Kerne.

Wie sich die Innenkörper der Milzbrandbakterien in tinktoriell-chemischer Hinsicht zu ihren Leibern verhalten, dies zu eruieren war daher zunächst das Ziel meiner Untersuchungen.

Um die beiden Innenkörper voneinander zu unterscheiden, schlage ich für den gröfseren, umhüllenden, den Namen Ektogranulum, für den kleineren, inneren den Namen Entogranulum vor. Das erstere entspricht dem säurefesten Körperchen Bunges, das letztere dem gleichfalls säurefesten metachromatischen Körperchen Krompechers.

Ich konnte mich durch spezielle Versuche überzeugen, dafs beide Körperchen bereits den oxyphilen Substanzen zwar sehr nahe stehen, trotzdem aber noch zu den basophilen gerechnet werden müssen. Doch ist ihre Acidität auf einer noch tieferen Stufe als die (im Verhältnisse zu den Gewebskernen) ohnehin schon geringere Acidität der Bakterienkörper selbst.

Die erwähnten Körperchen können in vivo direkt wässeriges Methylenblau oder Methylgrün aufnehmen. Bei einfacher physikalischer Fixation (im Exsikkator) nimmt speziell das Entogranulum Wasserblau in wässeriger Lösung, wenn auch nur schwach,

Digitized by Google

auf; viel besser tingiert sich dasselbe mit dem Wasserblau in sauerem Bade. Es verhält sich also wie ein sauerer Körper.

Allein die in sauerem Bade gewonnene Färbung wird durch nachfolgende Alaunbeizung nicht verändert; die Körnchen aber werden, wie aus der Schilderung der Ergebnisse mit meiner Wasserblau-Eosinmethode im nächsten Kapitel erhellt, durch diese Gerbung befähigt, nächträglich beigefügtes Eosin aufzunehmen. Aufserdem färben sie sich mit Karbolfuchsin (das Ektogranulum nach der Methode von Bunge) und mit Karbolmethylenblau (das Entogranulum nach der Methode von Krompecher), wobei die diesen Farbstoffen beigefügte Phenollösung nur als Differenzierungsmittel im Sinne der Entfärbung des übrigen Bakterienkörpers einwirkt. Somit verhalten sich die Innenkörper auch wie basische Körper.

Das Wasserblau ist nun, wie ich bemerken mufs, zwar ein sauerer, aber als durch Sulfuration des basischen Anilinblaus entstandener Abkömmling, ein so schwach sauerer Farbstoff, dafs er auch Zellkerne sehr gut zu färben vermag. Diese Eigenschaft, vermittelst welcher das Wasserblau an die Grenze der saueren und basischen Farbstoffe zu stehen kommt, macht dasselbe besonders geeignet zur Färbung von Körpern, die gleichfalls an der Grenze der Oxy- und Basophilie stehen. So werden von demselben mit einer geradezu spezifischen Elektivität die sog. Nukleoide der roten Blutkörperchen tingiert, welche von Israel und Pappenheim für karyolytische Reste angesehen werden; bei der Karyolyse aber soll nach diesen Autoren das Basichromatin des Erythrocytenkernes eine solche Umwandlung erfahren, dafs es dem Oxychromatin verwandt wird.

Alle diese Tatsachen führen mich zu dem Schlusse, dafs es sich bei den Innenkörpern des Milzbrandbakteriums um amphophile Elemente von geringer Basophilie handelt. Sie verhalten sich also in ähnlicher Weise, wie dies Pappenheim für den Kernpunkt der Protisten nachgewiesen.

Aber aus ihrem Verhalten ist noch der weitere interessante Schlufs zu entnehmen, dafs nämlich der Körper der Milzbrandbakterien eine im Verhältnisse zu den in demselben eingeschlos-

Digitized by Google

senen Innenkörpern höhere Basophilie zu erkennen gibt, somit analoge Beziehungen erkennen läfst, wie das Cytoplasma der Lymphocyten zu den Kernen derselben. Dieser Schlufs ist um so interessanter, als eben die Innenkörper (das Ektogranulum von Nakanishi, das Entogranulum von Preisz) für die Kerne der Bakterien angesprochen worden sind.

Trotzdem kann ich mich der Ansicht, nach welcher die Milzbrandbakterien in ihrem Aufbaue echten Zellen entsprechen sollen, nicht anschliefsen. Die Gründe meines Verhaltens kann ich erst im nächsten Kapitel mitteilen.

Dafs aber die Resultate der zuletzt angeführten Färbeversuche nicht blofs im Sinne der Zellenlehre gedeutet werden müssen, geht aus den von mir bereits öfter erwähnten Ergebnissen Mosses hervor.

Mosse hat nämlich den Beweis erbracht, dafs die Nukleolen im Verhältnis zum Kerne eine ganz analoge Beschaffenheit aufweisen. So mufs der Schlufs gestattet werden, dafs sich auch im tinktoriellen Verhalten der Innenkörper des Milzbrandbazillus zu seinem übrigen Körper nichts Wesentliches zeigt, was einer solchen Analogie zuwiderlaufen würde. Hiermit will ich natürlich keinesfalls ausgesprochen haben, dafs ich die Innenkörper für den Zellennukleolen analog halte; meine Deduktion bezieht sich blofs auf ihre tinktoriellen Eigenschaften, wenn ich mir auch nicht verleugnen kann, auch in ihrem physiologischen Verhalten nichts gefunden zu haben, was der obigen Auffassung widersprochen hätte.

Es steht durchaus nicht in meiner Absicht, die Resultate der angeführten Färbeversuche schon jetzt direkt für den Beweis des Kerncharakters der Milzbrandbakterien zu verwerten. Dieselben bilden nur ein unterstützendes Moment für die weiter nachfolgenden Darstellungen.

Einen Schlufs aber mufs ich doch aus denselben ziehen: diese Versuche geben durchaus nichts kund, was der Annahme widerstreben würde, dafs die Milzbrandbakterien sich wie Kernen analoge Gebilde verhalten.

Digitized by Google

V. Die mikroskopische Untersuchung der künstlich verdauten Milzbrandbakterien.

Für die Entscheidung der Frage, ob die Bakterien kernlose Organismen sind oder nicht, erschien mir die mikroskopische Untersuchung von Bakterien, welche der künstlichen Verdauung unterworfen waren, am wichtigsten.

Zu diesem Zwecke beschickte ich sterile Eprouvetten, welche zu einem Drittel mit künstlichem Magensaft gefüllt und mit einem Wattepfropf versehen waren, mit einer gröfseren Portion des Belages einer Milzbrandbakteriumagarkultur und beliefs dieselbe nach guter Verreibung mit der Platinöse im Thermostat bei 35° C. Als Kontrolle verwendete ich Stückchen von Froschmuskeln, deren Volumen ungefähr dem der in den Magensaft gebrachten Kulturmasse gleich war. Dieselben waren regelmäfsig nach 5—6 Stunden bis auf einen unbedeutenden Rest völlig aufgelöst.

Von der verdauten Kultur wurde am ersten Tage stündlich je eine Probe zum Anlegen von Agarkulturen und zur Anfertigung der mikroskopischen Präparate entnommen. Nachdem das Absterben der Keime in dem Magensafte, das nach 5—6 Stunden erfolgte, konstatiert werden konnte, wurde nunmehr in unbestimmten Intervallen, meist aber täglich, eine Probe zur mikroskopischen Untersuchung genommen.

Die Präparate fertigte ich in der Weise an, dafs ich einige Ösen der Magensaft-Bakteriensuspension auf ein Objektglas brachte, den Tropfen im Exsikkator[1]) eintrocknen liefs und sodann färbte.

Die Färbung mit verdünntem Methylenblau oder Neutralrot ergab mir nicht die gewünschten Resultate bezüglich einer klaren Differenzierung im Baue der Stäbchen. Daher griff ich zu anderen Tinktionsmethoden.

1) Das Austrocknen im Exsikator habe ich bereits zur Anfertigung von Blutpräparaten verwendet (siehe meine Arbeit im Anat. Anz., 23, 1903, S. 311). Die Vorteile desselben bei bakteriologischen Trockenpräparaten haben Kruis und Raýman hervorgehoben.

Digitized by Google

Indem ich mir vorbehalte, auf die Strukturen, welche die der Einwirkung des Magensaftes unterworfenen Bakterien aufweisen, gelegentlich später des näheren einzugehen, begnüge ich mich im vorliegenden Falle nur mit der Schilderung des allgemeinen Bildes und weise nur auf solche Detaile hin, deren Besprechung für den Zweck der vorliegenden Publikation notwendig erscheint. Dasselbe gilt auch von den von mir verwendeten Untersuchungsmethoden.

Die nachstehenden Beschreibungen beziehen sich auf Präparate, welche mit meinem bibasischen Gemische unter absolut gleichen Bedingungen (Dauer der Fixation und Färbung) gefärbt worden sind (siehe Fig. 3).

Das mikroskopische Strukturbild des verdauten Milzbrandbakteriums hängt im allgemeinen von jener Struktur ab, mit welcher dasselbe in dem Magensafte abgestorben ist. Diese letztere ist von der Struktur, welche das Bakterium in der Zeit unmittelbar vor dem Einbringen in den Magensaft besessen hat, meistens nur in wenigen unwesentlichen Momenten verschieden. Wie sich die Struktur der verdauten Milzbrandbazillen zu der der unverdauten stellt, erhellt aus dem nachstehenden.

Ältere, der Verdauung nicht unterworfene Kultur. Die Stäbchen sind ziemlich gleichmäfsig ausgebildet, von Fuchsin durchgefärbt. Innerhalb derselben sieht man in verschiedener Lagerung und Gröfse ungefärbt gebliebene rundliche oder längliche Stellen, hie und da eine gleichfalls ungefärbte, jedoch von jenen Stellen gut zu unterscheidende Spore. Die erwähnten Stellen entsprechen den säurefesten Körperchen Bunges.

Dieselbe Kultur nach 5stündiger Verdauung. Gut begrenzte Stäbchen, ähnlich gefärbt wie die obigen, der sonstige Befund wie früher.

Dieselbe Kultur, $22^1/_2$ Stunden verdaut. Die Struktur der Individuen weist keine Veränderungen auf. In einzelnen sind Netzstrukturen zu beobachten, andere Stäbchen erscheinen wieder homogen und gänzlich durchgefärbt.

Dieselbe Kultur, 41 Stunden verdaut. Das Aussehen und die Färbbarkeit der Bakterien sind durchaus unverändert.

Digitized by Google

Dieselbe Kultur, 60 Stunden verdaut. Das vorhandene Bild gleicht völlig dem vorangehenden.

Dieselbe Kultur, 65 Stunden verdaut. Einzelne in diesem Präparate vorhandene Stäbchen weisen zierliche Netzstrukturen auf. Im sonstigen ist ihr Verhalten stets dem vorigen gleich.

Dieselbe Kultur, 84 Stunden verdaut. Aussehen der Stäbchen wie oben.

Dieselbe Kultur, 90 Stunden verdaut. Im morphologischen und tinktoriellen Verhalten der Stäbchen ist keine Änderung eingetreten. Neben solchen, die ungefärbte Stellen aufweisen, sind in diesem Präparate viele vollkommen durchgefärbte, matt glänzende Individuen vorhanden.

Dieselbe Kultur, 93 Stunden verdaut. Auch dieses Präparat weist keine Änderungen in der Struktur der Einzelstäbchen auf. Vielfach sind Netz- und Wabenstrukturen zu konstatieren.

Dieselbe Kultur $8\frac{1}{2}$ Tage verdaut. Im grofsen und ganzen sind die in diesem Präparate zutage tretenden Änderungen unbedeutend. Es scheint, als ob die ungefärbte Substanz der Bakterien zu-, die gefärbte dagegen etwas abgenommen hätte. Doch ist das schwer zu entscheiden. Das ganze Bild scheint dadurch zu leiden, dafs die äufsersten Teile den einzelnen Stäbchen von den zur Verwendung gelangten basischen Farbstoffen nicht mehr so gut tingiert werden wie in den früheren Tagen.

(Von diesem Tage an bis etwa zu dem 40. bleiben die Veränderungen auf ziemlich derselben Stufe; eine morphologische Änderung kann nicht konstatiert werden, die Abweichungen, sofern solche festgestellt werden können, beziehen sich blofs auf die Tingibilität).

Dieselbe Kultur, 41 Tage verdaut. Wiederum ist das Bild dem vorherigen ähnlich. Die gefärbten Teile scheinen abgenommen zu haben, doch nur in einem Teile der Stäbchen. Ein anderer Teil färbte sich gut, ohne irgendwelche Differenzierung, erscheint aber trotzdem dünner. Ich hatte wiederum den Eindruck, dafs die Substanz der Bakterien die angewendeten Farbstoffe nicht mehr so gut aufnehme wie früher. An vielen

Digitized by Google

war nämlich eine ungefärbte Aufsenzone deutlich zu konstatieren, während andere sich überhaupt in toto schlecht färbten. Möglicherweise handelt es sich auch um Quellungsvorgänge in geringem Umfange.

Dieselbe Kultur, 50 und 51 Tage verdaut, zeigt ein ganz analoges Verhalten.

Was aus diesem ausführlich mitgeteilten Versuche, dem analoge ich einige ausgeführt habe, vor allem erhellt, ist die merkwürdige Tatsache, dafs der Milzbrandbazillus, selbst bei wochenlangem Verweilen in gut verdauendem künstlichen Magensafte, als morphologisches Ganzes völlig unverändert bleibt. Das 51 Tage und länger der Magensafteinwirkung ausgesetzt gewesene Milzbrandbakterium bietet im wesentlichen dem Auge dasselbe mikroskopische Bild wie ein Anthraxbakterium, das soeben der lebenden Kultur entnommen wurde.

Dieser Umstand läfst die allgemein biologische Natur desselben in deutlichem Lichte erscheinen. Denn analog wie das ganze Milzbrandbakterium verhält sich eben auch das Nuklein der Zellkerne.

Durch Kontrollversuche, wie ich sie mit verschiedenen Körperzellen angestellt habe, kann erwiesen werden, dafs die den Nukleoproteiden nahen Plastine des Zellkörpers bei künstlicher Magensaftverdauung ihrer Einwirkung schliefslich doch, und zwar in verhältnismäfsig kurzer Zeit unterliegen, so dafs nach Beendigung der Magensaftverdauung nur das Kerngerüst übrig bleibt. Es kann daher nicht eingewendet werden, dafs einzelne Bestandteile des der Verdauung unterworfen gewesenen Bakteriums diesen Cytoplasmaplastinen entsprachen.

Dieses Ergebnis meiner Versuche mit der künstlichen Magensaftverdauung der Milzbrandbakterien sind daher geeignet, auch die Zweifel, die bei dem ungewissen Ausgang der früher erwähnten Färbeversuche über das Wesen der Milzbrandbakterienbasophilie walten konnten, in der Richtung nämlich, ob sie als Cytoplasmabasophilie (im Sinne des Lymphocytenkörpers) oder als Kernbasophilie aufzufassen sei, definitiv zu entscheiden. Der Ver-

Digitized by Google

dauungsversuch zeigt klar, dafs es sich um kein Cytoplasma handelt. Auch ist zu erwägen, dafs bei den Lymphocyten der basophile Kern erythrophil und weniger intensiv gefärbt erscheint als das basophile und zugleich cyanophile Plasma. Dieser Unterschied müfste zwar bei den Milzbrandbakterien selbst dann nicht zutreffen, wenn ihre Kernanalogie ganz zweifellos wäre. Trifft er aber zu, so kann dieses positive Ergebnis gewifs im Sinne einer Analogie zu den Lymphocytenkernen verwertet werden. Wir haben nun aber schon früher gesehen, dafs die Milzbrandbakterien aus einem bibasischen, aus Methylgrün und Fuchsin zusammengesetzten Gemische das letztere an sich ziehen und sie tuen dies auch dann, wenn ihnen ein anderes bibasisches Gemisch, und zwar aus Fuchsin und Methylenblau bestehend, vorgesetzt wird, so dafs sie sich tatsächlich als erythrophil erweisen. Somit verhält sich, wie ich noch einmal hervorheben möchte, auch in dieser Beziehung die ganze Substanz des Milzbrandbakteriums wie das Nuklein der Zellkerngerüste.

Der Umstand, dafs nach lange andauernder Einwirkung des künstlichen Magensaftes die Bakterien die Fähigkeit verlieren, sich in dem Umfange mit wässerigem Fuchsin zu färben, wie vor seiner Einwirkung und etwa 40 Tage lang während derselben, kann in keiner Weise in dem Sinne ausgenutzt werden, als ob dies eine Folge des Verdauungsprozesses als solchen wäre. Würde dies der Fall sein, so müfste diese Erscheinung schon während der ersten 40 Tage zutage treten. Doch dies trifft nicht zu, da die Färbbarkeit der Stäbchen weder nach Qualität noch nach Umfang während dieser Zeit eine Einbufse erleidet.

Der teilweise Wegfall der Färbbarkeit in späten Stadien der künstlichen Magensaftverdauung hat seinen Grund nicht im Verluste eines etwa plasmatischen Teiles der basophilen Substanz des Milzbrandstäbchens.

Färbt man nämlich solche lange verdaut gewesenen Bakterien nach Romanowski, z. B. in der Modifikation von Nocht, so färbt sich, wie ich fand, der von Zettnow als Entoplasma bezeichnete Teil des Stäbchens blau, während die Innenkörper ungefärbt erscheinen. Bei dieser Färbung tingiert

Digitized by Google

sich also schon ein nach der künstlichen Verdauung mit dem bibasischen Gemisch ungefärbt gebliebener Teil des Stäbchens wieder, kann also durch den Verdauungsprozefs nicht in Verlust geraten sein.

Es kann aber auch der von Zettnow als Ektoplasma bezeichnete Aufsenteil des Milzbrandbakteriums in der folgenden Weise dargestellt werden.

Man färbt Stäbchen, welche lange, z. B. mehr als 50 Tage im Magensafte verweilt haben, mit Karbolwasserblau (1 proz. wässerige Wasserblau-OO-Lösung, 1 Teil + 5 proz. Phenollösung 2 Teile) nach der Fixierung im Exsikkator unter gleichzeitiger Erwärmung und spült sodann mit Wasser ab; dadurch färben sich mit demselben die Innenkörper. Unter dem Mikroskop setzt man sodann dem Präparate eine 5 proz. Alaunlösung zu; nachdem man mit Hilfe eines seitlich angebrachten Stückchens Filtrierpapiers dieselbe durch destilliertes Wasser vollkommen verdrängt hat, setzt man eine 1 proz. wässerige Eosinlösung hinzu. Nunmehr färben sich die ganzen Stäbchen mit dem Eosin durch, die Membran tritt durch dunklere Färbung stärker hervor und im rosa gefärbten Stäbchenkörper sind die mit Wasserblau tingierten Teile enthalten. Die Eosinfärbung ist freilich kaum waschecht und verschwindet auch aus in Zedernöl verschlossenen Präparaten sehr bald, indem sie in die mit Wasserblau tingierten Teile diffundiert. (Der Grund dieser Erscheinung ist schon früher dargelegt worden.)

Doch genügt diese Färbung, um zu zeigen, dafs die Unfärbbarkeit der Aufsenteile des lange der Einwirkung des Magensaftes ausgesetzt gewesenen Milzbrandbakteriums wohl nur als eine Folge der Macerierung durch den künstlichen Magensaft anzusehen ist.

Übrigens kann eine dauerhafte Färbung der ganzen Stäbchen mit Hilfe der Heidenhainschen Eisenhämatoxylinmethode erzielt werden.

Die an lange im Magensafte verbliebenen Bakterien mit Hilfe meiner Methode gewonnenen Bilder sind auch in anderer Beziehung lehrreich. Es ist nämlich klar, dafs sie die im Innern

Digitized by Google

der Bakterien enthaltenen säurefesten Körperchen isoliert darstellen, wovon man sich auch durch vergleichsweise Anwendung der zur Darstellung dieser Körperchen von Bunge und Krompecher angegebenen Färbemethoden überzeugen kann.

Meine Methode besitzt jedoch den Vorteil, dafs sie uns beide Gebilde, sowohl das Ekto- als auch das Entogranulum, gleichzeitig vor die Augen führt. Dies ist auch dann möglich, wenn die Methode Krompechers mit der Färbung mit meinem bibasischen Gemische kombiniert wird. Doch mufs ich bemerken, dafs die gleichzeitige differente Tinktion dieser Formationen auch bei vitaler Methylgrün- oder Methylenblaufärbung gelingen kann, wie von dem letzteren die in meiner ersten Arbeit publizierte Fig. 2 beweist. Man beachte das schief liegende Stäbchen zwischen den beiden langen Fäden im oberen Teile jener Figur. Methylgrünfärbungen gebe ich in Fig. 5 wieder; der letzterwähnte Farbstoff ist überhaupt zur gleichzeitigen Darstellung sämtlicher Strukturbestandteile sehr geeignet, wie meine Bilder zeigen. Sehr oft enthält ein Ektogranulum zwei Entogranula, manchmal erscheint es körnchenlos, auch können mehrere (gewöhnlich zwei) verschieden grofse Ektogranula in einem Stäbchen vorhanden sein. Manchmal konnte ich in dem Ektogranulum eine Netzstruktur beobachten, deren aufserordentlich feine Fäden in dem zentral gelegenen ungemein winzigen Entogranulum zusammenliefen (Fig. 8).

Eine Verwechslung der Innenkörper mit Sporen konnte nicht vorliegen, weil ich mich von den beschriebenen Verhältnissen an Milzbrandbakterien überzeugt habe, die einer völlig asporogenen, für Tiere nicht pathogenen Kultur entstammten und in virulenten die Sporen von den Innenkörpern gut zu unterscheiden waren.

Als natürliche Folgerung ergibt sich aus meinen Beobachtungen der künstlichen Magensaftverdauung an Milzbrandbakterien unter anderem auch, dafs das von Nakanishi für den Kern der Bakterien gehaltene Gebilde, welches schon von Preisz mit dem Bungeschen säurefesten Körper identifiziert wurde, kein Kern sein kann, da es in dem von der Magensaftverdauung

Digitized by Google

unberührt gebliebenen Stäbchen erhalten bleibt. Denn es ist mit dem von mir als Ektogranulum bezeichneten Gebilde identisch. Preisz war also, wie diese meine Beobachtung beweist, entschieden im Rechte, wenn er die Kernnatur des Nakanishischen Kernes bestritten hat. Wahrscheinlich entspricht dieses Gebilde der Zentralvakuole Migulas und dem Kerne Sjöbrings. Dem letzteren entspricht meine Beobachtung fädiger Strukturen in seinem Inhalt.

Aber auch das von Preisz für den eigentlichen Kern angesehene metachromatische Körperchen, dessen Identität mit dem von mir Entogranulum genannten Gebilde nicht zu bezweifeln ist, kann unmöglich ein Kern sein, denn auch dieses Gebilde kann man, wie meine Beobachtungen gezeigt haben, auch nach beinahe zweimonatlichem Verweilen der Milzbrandbazillen im gut verdauenden Magensafte unverändert innerhalb der gut erhaltenen Bakterien nachweisen. Würde das Entogranulum den eigentlichen Kern der Milzbrandbakterien vorstellen, so müfste ihre übrige Substanz, als Cytoplasma, bei der künstlichen Verdauung aufgelöst werden und das Entogranulum, als Nukleinsubstanz, allein erhalten bleiben. Dies ist jedoch, wie aus meinen Beobachtungen ersichtlich ist, nicht der Fall.

Bezüglich der Teilung des Milzbrandbakteriums soll die nach Preisz dem Entogranulum und nach Nakanishi dem Ektogranulum zukommende Rolle nicht bestritten werden. Im Vereine mit den von mir in dieser Arbeit mitgeteilten Teilungsbildern der Netzstruktur besitzen wir nunmehr ein ziemlich abgeschlossenes Bild der Teilungsvorgänge bei dem Milzbrandbazillus. Nur der Deutung der oben zitierten Autoren kann ich mich nicht anschliefsen. Ebenso wie das Gebilde von Nakanishi kein Kern ist, ebensowenig ist es das metachromatische Körperchen Krompechers. An diesem Resultate meiner Verdauungsversuche vermag auch die Beteiligung dieser Gebilde an der Teilung des Individuums nichts zu ändern.

Zu erwägen ist, dafs nach Grimme[1]) die Innenkörper den Charakter einer Fettsubstanz besitzen, welcher Behauptung natür-

1) Grimme, Centralbl. f. Bakt., XXXVI, Nr. 3, I. Abt., Orig.

Digitized by Google

lich meine Verdauungsversuche nicht widersprechen, da sie die Innenkörper unberührt lassen. Da jedoch Grimme angegeben hat, dafs die Fettropfen kugelrund und aufser mit anderen Farbstoffen auch mit Methylenblau nicht färbbar sind, so mache ich nochmals darauf aufmerksam, dafs ich die Innenkörper des öfteren oval, ja stark in die Länge gezogen gesehen habe und dieselben sowohl mit Methylenblau als auch mit Methylgrün (wenn auch nicht regelmäfsig) gefärbt erhalten konnte.

Bezüglich der Netzstruktur habe ich bereits bei Gelegenheit der Beschreibung der Präparate von Bakterien, welche der Verdauung unterworfen gewesen sind, angegeben, dafs sie ziemlich lange beobachtet werden kann. Dafs sie in späteren Zeitpunkten mit den bisher verwendeten Mitteln nicht mehr dargestellt werden kann, kann vielleicht durch Quellung der Netzstruktur in dem Magensafte, die bei einem aus Nukleinsubstanz bestehenden Gebilde begreiflich wäre, erklärt werden, aber keineswegs durch einen Untergang derselben. Dieses zarte Gebilde wäre jedenfalls eines der ersten, das dem Verdauungsprozesse unterliegen würde; gewifs wäre es nach Ablauf einer achttägigen Einwirkungszeit des künstlichen Magensaftes, während welcher ich es noch beobachten konnte, nicht mehr nachzuweisen (Fig. 4).

Es kann daher behauptet werden, dafs in den der künstlichen Pepsinverdauung unterworfenen Milzbrandbakterien sämtliche bisher bekannte Bestandteile ihres normalen Aufbaues, wie ich sie im II. Absatze dieser Arbeit aufgezählt habe, nachgewiesen werden können.

Was die in Bakterien zuerst von Kruis und Raýman[1]) bemerkten spindelähnlichen Gebilde betrifft, so mufs ich bekennen, dafs ich der von diesen Forschern ausgesprochenen Vorsicht in der Deutung derselben vollauf zustimmen mufs. Dazu führen mich die nachfolgenden Gründe. Ich habe sie trotz eifrigsten Nachsuchens in frischen, unversehrten sowie auch in asporogenen Milzbrandkulturen niemals erspähen können. Es ist

1) Raýman-Kruis, Chemicko-biologické studie, III. Rozpr. č. akademie, 1903.

Digitized by Google

freilich zu beachten, dafs die erwähnten Forscher ihre Beobachtungen an anderen Objekten angestellt und die Spindel mit Hilfe der Photographie dargestellt haben, welche für empfindlicher anzusehen ist, als die Beobachtung mit freiem Auge. Gebilde, die mit ihnen verglichen werden können, fand ich in Stäbchen, welche der künstlichen Magensaftverdauung unterworfen waren, bei Färbung mit basischen Farbstoffen (Methylenblau in verdünnter Wasserlösung; Karbolmethylenblau + mein bibasisches Gemisch).

Weil wirkliche Kernspindeln, als Formationen von sauerem Charakter, der Verdauung durch künstlichen Magensaft wohl kaum widerstanden hätten, und weil ich andere Beobachtungsmethoden in Verwendung brachte als Raýman und Kruis, ist zu bedenken, dafs die von mir beobachteten Gebilde mit der von ihnen beschriebenen Spindel nicht identisch sein müssen.

Spindeln hat weiterhin von Bakterien, welche in einer Gammarusart parasitierten, Vejdovský[1]) beschrieben und dieselben mit der Teilung der Bakterien in Verbindung gebracht. Da Vejdovský zur Darstellung dieser Spindeln die Eisenhämatoxylinmethode Heidenhains empfohlen hat, so möchte ich vor allem der Ergebnisse Erwähnung tun, welche ich mit dieser Methode an den Milzbrandbakterien erzielt habe. Ich beschreibe sie jedoch nur mit Hinblick auf die Spindelfrage und lasse die übrigen Strukturen beiseite.

Vor allem stelle ich fest, dafs die Eisenhämatoxylinmethode zunächst ganz analoge Bilder liefert wie mein bibasisches Gemisch, nämlich das Stäbchen durchgefärbt und mit ungefärbten Stellen versehen darstellt; manche Stäbchen weisen Netzstrukturen auf, andere sind gänzlich durchgefärbt; manche enthalten nur Körner, die auch von verschiedener Gröfse sein können, manche enthalten mehrere Körner, andere nur ein einziges oder zwei. Es kommt öfter vor, dafs in dem letzteren Falle die Körnchen durch einen ovalen, manchmal ziemlich scharfen

1) Vejdovský, Über d. Kern d. Bakterien u. seine Teilung. Centralbl. f. Bakt., Bd. XI, II. Abt., 1904.

Digitized by Google

fädigen[1]) Kontur verbunden erscheinen, oder es kommen Fälle vor, in welchen ein dunkles (oder zwei solche) Korn in dem ungefärbten Raume liegt. Im grofsen und ganzen sind dies also die Bilder, welche denjenigen, welche Vejdovský von dem früher erwähnten Bakterium bei Anwendung derselben Methode gegeben, entsprechen.

Manchmal erscheint die Substanz, welche den Raum zwischen den Körnchen und dem fädigen Aufsenkontur ausfüllt, gefärbt und mit einer gewissen Struktur begabt; doch wage ich es, bei den geringen Dimensionen des ganzen Gebildes, trotz der sorgfältigsten Beobachtung mit homogener Immersion $^1/_{18}$ Reichert und Okular 8, nicht zu behaupten, dafs diese Substanz aus zwischen den Körnern ausgespannten Fäden besteht. Manchmal sieht man in der Mitte zwischen den Körnern ein quer gestelltes Gebilde, so dafs das ganze Bild an die Äquatorialplatte der karyomitotischen Teilung erinnert. So klare Bilder, wie sie Vejdovský in Fig. 3 seiner Tafel bietet, habe ich nie beobachten können.

Ich glaube aber trotzdem, dafs die von mir gesehenen Gebilde den »Kernen« und »Kernspindeln« Vejdovskýs entsprechen.

Denn nicht nur ihr allgemeines Aussehen entspricht aufserordentlich den Beschreibungen von Vejdovský, sondern besonders auch einzelne Detaile, als z. B. das von ihm als Äquatorialplatte gedeutete Gebilde, die polaren Kernplättchen, sowie die von diesem Forscher betonte, öfter vorkommende, schiefe Lage der »Spindel« zur Längsachse des Stäbchens. Wie diese Lage zustandekommt, kann ich nicht angeben. Die Vermutung Vejdovskýs, dafs sie auf Verdrängung der Spindel durch eine Vakuole beruht, hat gewifs nicht für jeden Fall Geltung; in meinen Präparaten zeigten die betreffenden Stäbchen keine Spur einer Vakuole.

Da ich die eben beschriebenen Gebilde im Milzbrandbakterium unter Anwendung derselben Methode beobachtet habe wie Vejdovský und unsere Bilder auffallende Ähnlichkeit zeigen, so glaube ich behaupten zu dürfen, dafs seine Kernspindeln den von mir gesehenen Gebilden entsprechen, trotzdem ich keine

1) Natürlich im Sinne einer Projektion.

Digitized by Google

zwischen den Körnern, den polaren Kernplättchen und von der Äquatorialplatte ausgespannten Fäden beobachten konnte.

Es frägt sich nun, welche ist die Bedeutung dieser Gebilde? Darauf geben weitere Beobachtungen von mir Antwort.

Ganz dieselben Gebilde kommen nämlich, wie ich mich überzeugen konnte, auch in lange verdauten Milzbrandbakterien vor. (Siehe Fig. 6, 7.) Sie entsprechen aber, wie mit Hilfe der früher besprochenen Färbungsmethoden eben an den verdauten Bakterien ganz klar bewiesen werden kann, den oben besprochenen Innenkörpern.

Der vermeintliche Kern Vejdovskýs entspricht also dem Entogranulum und ist identisch mit dem Kerne von Preisz.

Was aber die »Spindeln« betrifft, so kommen denselben ähnliche Gebilde meiner Ansicht nach dann zustande, wenn das Ektogranulum undeutliche Strukturen aufweist, und das Entogranulum in dessen Mitte zu liegen kommt; ganz besonders ist dies möglich, wenn das Entogranulum schief zur Längsachse des Stäbchens liegt und sich in Teilung befindet, wobei Gebilde von Vejdovskýs Fig. 3 freilich ohne die Spindelfäden entstehen können (Fig. 9a). Auch dann können spindelähnliche Gebilde entstehen, wenn bei an den Polen der »Spindel«, d. h. des Ektogranulums liegenden zwei Entogranulis die undeutliche Strukturierung des zwischen ihnen gelegenen, in die Länge ausgezogenen Ektogranulums eine solche Täuschung zuläfst.

Aus meinen Beobachtungen glaube ich mit Recht schliefsen zu dürfen, dafs es in Milzbrandbakterien keine echten Spindeln gibt. Aber selbst wenn man ihre Gegenwart zuliefse, so könnten dieselben nicht mit den Kernspindeln anderer Zellen analogisiert und könnte denselben keine analoge Rolle zugeschrieben werden, und zwar aus dem Grunde nicht, weil ich gezeigt habe, dafs die Gesamtmasse des von mir untersuchten Bakteriums sich wie Nuklein verhält.

Sollte hier die Spindel den Kern in der Weise vertreten, wie es nach Doflein bei Noctiluca der Fall ist, so müfste die dasselbe umschliefsende Substanz, als Cytoplasma, durch den Verdauungsversuch zu entfernen sein, was jedoch bei dem Milz-

Digitized by Google

brandbakterium, wie meine Versuche dartun, nicht möglich ist. Es müfste hier also die Spindel, welche nach Vejdovský den Kern vertreten soll, in eine Kernsubstanz gebettet sein, somit ein Kern in einen anderen.

Die Ausführungen von Vejdovský haben daher für das Milzbrandbakterium keine Geltung, und es mufs erst mit Hilfe des Verdauungsversuches gezeigt werden, inwiefern sie auch bei anderen Bakterien den Beobachtungen standhalten werden. Auf keinen Fall dürfen aber die Schlüsse Vejdovskýs generalisiert werden, was natürlich vorläufig auch von meinen Resultaten betreffs des Milzbrandbazillus Geltung hat. Trotzdem möchte ich darauf hinweisen, dafs die letzteren in vollkommenstem Einklange zu dem stehen, was ich in meiner ersten Arbeit über die allgemein biologische Natur der Bakterien aus anderen Beobachtungen geschlossen habe.

VI. Allgemeine Ergebnisse.

Fasse ich nunmehr die Resultate meiner vorliegenden Arbeit zusammen, so gelange ich zu den nachfolgenden Schlüssen von allgemeinerem Charakter.

Die Milzbrandbakterien verhalten sich in tinktorieller Beziehung analog den Kernen von Metazoenzellen, denn die bei ihnen auftretenden Färbungsdifferenzen beruhen auf keinen Qualitäts-, sondern nur auf graduellen Unterschieden.

Das Nuklein kann in denselben in beträchtlicher Menge chemisch nachgewiesen werden.

Durch die von mir ausgeführte mikroskopische Untersuchung der durch künstlichen Magensaft verdauten Bakterien wurde der Beweis geliefert, dafs bei diesem Vorgange keiner von den bisher bekannten Hauptbestandteilen der morphologischen Struktur derselben verloren geht, dafs ihre Form und die Art der Lagerung der einzelnen Bestandteile relativ lange Zeit erhalten bleiben, dafs sich somit die Milzbrandbakterien in ihren bis jetzt erkannten Hauptbestandteilen dem Nuklein der Metazoënzellkerne vollständig analog verhalten.

Digitized by Google

Aus den Ergebnissen der Tinktionen nach der Methode von Romanowski hat man geschlossen, dafs der gröfste Teil des Milzbrandstäbchens aus Chromatin besteht und von feinen Fäden einer sich anders färbenden Substanz durchzogen wird, die man als Cytoplasma deutete. Doch ist diese Deutung nicht unwiderlegbar. Mit Hilfe eines neutralen Färbegemisches, welches aus Narcein, Fuchsin und Methylgrün bestand, erhielt ich an Leukocytenkernen ganz analoge Bilder. Ein feines, von dem Fuchsin gefärbtes Netz durchzog den im übrigen von dem Methylgrün gefärbten Kern. Wurde das Fuchsin aus dem Färbegemisch ausgeschaltet, so färbte sich der ganze Kern, somit auch die in demselben enthaltene Netzstruktur mit Methylgrün. Das feine Netz in den Milzbrandbakterien kann auch mit Fuchsin tingiert werden. Aus diesen meinen Versuchen schliefse ich, dafs der Netzstruktur die Bedeutung des Cytoplasmas nicht beigemessen werden kann, und dies wird auch durch den Ausgang des Verdauungsversuches bestätigt, in dessen Verlauf ich jene Struktur in einzelnen Stäbchen noch am achten Tage der Magensafteinwirkung nachweisen konnte.

Diese meine Versuche und Beobachtungen liefern daher eine weitere Bestätigung der in meiner ersten Arbeit ausgesprochenen Ansicht, dafs die Bakterien Kernen analoge Gebilde sind.

Infolge dieses Beweises entfällt für mich natürlich die Notwendigkeit einer Analyse jener Hypothesen, welche den Umstand erklären sollten, dafs selbst bei Bakterien, in deren Inhalt Gebilde aufgefunden worden sind, welche von anderen Autoren als Kerne aufgefafst wurden, der Kern nicht in jedem Falle nachgewiesen werden konnte.

Die Milzbrandbakterien sind also, meinen Beobachtungen gemäfs, keine kernlosen Organismen, da sich — soweit unsere jetzigen Kenntnisse reichen — nur Nukleinsubstanzen an ihrem histologischen Aufbaue beteiligen, dieselben sind jedoch Cytoden im Sinne von Haeckel, und zwar nackte Kerne.

Hierbei ist es nicht nötig, auf die Lehre R. Hertwigs[1]) von den im Cytoplasma zerstreuten Chromidien, welche den

1) R. Hertwig, Archiv f. Protistenkunde, I, 1902.

Digitized by Google

Kern vertreten sollen, zurückzugehen. Meine Versuche lehren, dafs die Gesamtsubstanz des Bakteriums aus Nuklein besteht, und dafs seine einzelnen morphologischen Bestandteile mit den Bestandteilen der Metazoenkerne in zwanglose Analogie gebracht werden können.

Weitere Untersuchungen werden uns darüber belehren, ob die von mir über das Milzbrandbakterium eruierten Tatsachen und somit auch die aus denselben gefolgerten Schlüsse auch für andere Bakterien Geltung haben.

Erklärung der Abbildungen.

Fig. 1. Teilung der Netzstruktur. 1 Tag alte Kultur, Fixation im Exsikkator, gefärbt mit verdünntem wässerigen Fuchsin.

Fig. 2. Netzstrukturen *a*, *c* den Monaster imitierend,
b den Dyaster imitierend,
gefärbt mit Methylenblau.

Fig. 3. Milzbrandbakterien, welche der Pepsinverdauung unterworfen waren. Fixation im Exsikkator, Färbung mit dem bibasischen Gemische.
a 5 Stunden verdaut, *b* 93 Stunden verdaut, *c* 8 1/2 Tage verdaut, *d* 41 Tage verdaut.

Fig. 4. Netzstrukturen von der Pepsinverdauung unterworfenen Bakterien. *a* 93 Stunden verdaut, *b* 65 Stunden verdaut, *c* 8 1/2 Tage verdaut.

Fig. 5. Bilder vitaler Färbung mit Methylgrün. 24 Stunden alte Kultur.

Fig. 6. Die Innenkörper: *a* von Bakterien, die 50 Tage im Magensafte verweilt haben, fixiert im Exsikkator, gefärbt mit Karbolmethylenblau + meinem bibasischen Gemisch;
b von Bakterien, die 86 Stunden verdaut wurden, fixiert in der Flamme, gefärbt mit verdünntem Methylenblau.

Fig. 7. Die Innenkörper von 9 Tage verdauten Bakterien, gefärbt mit Karbolfuchsin.

Fig. 8. Die Struktur des Ektogranulums. Aus einem 54 Tage verdauten Bakterium, fixiert im Exsikkator, gefärbt mit dem bibasischen Gemische. Das feine Entogranulum hellrot.

Fig. 9. *a* Innenkörper, die Kernspindel samt Äquatorialplatte imitierend.

Digitized by Google

Der Wärmehaushalt beim Menschen nach Bädern und Duschen von verschiedener Temperatur.

Von

Dr. med. **Alexander Ignatowski.**

(Aus der hydrotherapeutischen Abteilung der Klinik von Prof. M. Janowski. St. Petersburg.)

Der Effekt sämtlicher hydropathischen Prozeduren resultiert aus dem Zusammenwirken zweier Momente und zwar:

1. eines thermischen — des Einflusses von Wärme oder Kälte,
2. eines mechanischen — der Wirkung entweder lediglich der Masse des Wassers als eines Mediums von gewisser Konsistenz, oder ferner einer besonderen Kraft, die das Wasser in Bewegung setzt.

A priori darf man annehmen, dafs die Wirkung der thermischen Reize zunächst im Wärmehaushalt zur Geltung kommt.

Die Erscheinungen, welche im Organismus durch irgendeine Einwirkung hervorgerufen werden, lassen sich in zwei Gruppen einteilen. Diejenigen der ersten Gruppe entstehen und sind zu beobachten während der ganzen Wirkungsdauer des Agens, — der Organismus leistet der äufseren Einwirkung Widerstand, überwindet sie oder unterliegt ihr.

Die zweite Gruppe bilden die Erscheinungen der Nachperiode, — wenn der Organismus seine Verluste wett zu machen sucht oder sich von der Anstrengung erholt.

Die primären Erscheinungen verlaufen meist lebhaft, sind dabei leicht zu beobachten, doch von kurzer Dauer, während die sekundären zwar nicht in deutlich ausgeprägter Form zutage

Digitized by Google

treten, aber längere Zeit dauern. Das Studium der Wirkungen, welche die verschiedenen Formen der äufseren Anwendung von Wasser auf den Wärmehaushalt ausüben, erstreckte sich zunächst auf die Erscheinungen der ersten Periode. Allein man kann nicht sagen, dafs die Untersuchungen über diese Frage als abgeschlossen gelten dürfen.

Allerdings ist der Wärmeaustausch zwischen Wannenbad und Organismus schon seit längerer Zeit, den 70er Jahren des vorigen Jahrhunderts, Gegenstand der Forschung und hat eine reiche Literatur aufzuweisen, jedoch in bezug auf andere Prozeduren sind die Angaben zusammenhanglos, ungenau und erfordern eine sorgfältige Nachprüfung.

Übrigens sollte man — nach meiner Ansicht — nicht in den Erscheinungen dieser Periode die charakteristischen Zeichen der Wirkung der äufseren Applikationen suchen. Wenn wir irgend eine Prozedur indizieren, sei es auch eine solche, deren Dauer nach Teilen einer Minute mifst, erwarten wir, dafs ihre therapeutische Wirkung erst in der folgenden Periode eintreten und, wenn auch nicht deutlich ausgeprägt, so anhaltend, jedenfalls aber von längerer Dauer sein wird als die Prozedur selbst.

Das Studium dieser für den Organismus so nützlichen Erscheinungen mufs als besonders wichtig gelten. Während wir aber über die Veränderungen im Puls, Atmung, Blutdruck und Temperatur mehr oder weniger orientiert sind, besitzen wir noch nicht sehr umfangreiche Kenntnisse vom Zustande des Wärmewechsels nach hydriatischen Prozeduren[1]).

Diese Lücke in den Untersuchungen ist hauptsächlich darauf zurückzuführen, dafs es früher kein einigermafsen genaues klinisches Kalorimeter gab. Die Klinik Prof. Janowskis besitzt zwei klinische Kalorimeter, von denen das eine ein Wannenkalorimeter ist. Es wurde von Dr. W. Peskow konstruiert und hat vor den Wannenkalorimetern Liebermeisters und Léfévres den Vorzug, dafs das Umrühren des Badewassers durch

1) Aus äufseren Gründen vermochte Verfasser auf die Literatur der letzten Jahre, die hierher Gehöriges berichtet, nicht einzugehen. (Siehe z. B. diese Zeitschrift, Bd. XLVI, S. 390.) Der Herausgeber.

Digitized by Google

Strahlen desselben mit Hilfe einer besonderen durch Elektrizität betriebenen Pumpe bewerkstelligt wird. Die Wärmeverluste durch Strahlung und Leitung sind auf ein Minimum reduziert. Hinsichtlich der Genauigkeit seiner Angaben entspricht der Apparat den klinischen Zwecken in vollkommenster Weise.

Das zweite klinische Kalorimeter ist von Dr. Mundt nach dem Prinzip des d'Arsonvalschen Anemokalorimeters konstruiert.[1]) Es stellt einen Behälter vor, in dem das Untersuchungsobjekt in horizontaler Lage plaziert wird. Durch die von demselben abgegebene Wärme wird die Binnenluft im Apparat erwärmt, steigt nach oben und entweicht durch eine besondere, mit einem Anemometer versehene Öffnung. Die entwichene Luft wird durch von unten eindringende Zimmerluft ersetzt. Je mehr Wärme das Untersuchungsobjekt abgiebt, desto geschwinder dreht sich das Anemometer. Die Menge der vom Menschen ausgeschiedenen Dämpfe und die latente Wärme der Verdunstung werden mittels Hygrometer festgestellt.

Behufs Graduierung des Apparates wurde ein Drahtrheostat konstruiert, durch welchen wir einen elektrischen Strom von bestimmter Spannung leiteten. (Ich beschränke mich auf diese kurzen Angaben über das Kalorimeter, da eine ausführliche Beschreibung des Apparates, der Methode seiner Graduierung und der Untersuchungen am Menschen in einer besonderen in Pflügers Archiv veröffentlichten Abhandlung zu finden ist.[2]) Diese beiden in Prof. Janowskis Klinik vorhandenen Kalorimeter benutzte ich, um den Wärmezustand des Organismus unter dem Einfluſs einiger hydropathischer Prozeduren zu untersuchen. Die Beobachtungen wurden an Gesunden und an Fiebernden angestellt. Als Versuchszeit wählte ich die Morgen- und Tagesstunden und zwar die Zeit von 10 Uhr morgens bis 3—4 Uhr nachmittags.

Die Versuchsobjekte muſsten sich den Vorschriften eines regelrechten Hospitalregimes unterwerfen. Sie standen um 7 Uhr

1) d'Arsonval, Journ. de Physiologie normale et pathol., 1894, p. 360.

2) A. O. Ignatowski, Ein neuer Typus eines klinischen Kalorimeters. Arch. f. ges. Physiologie, Bd. 102.

Digitized by Google

morgens auf, erhielten um $7^1/_2$ bis 8 Uhr Tee mit Brot, speisten um 12 Uhr zu Mittag und um 6 Uhr zu Abend. Die Zusammensetzung der genossenen Nahrungsmittel und ihre Quantität wurden in Betracht gezogen und nach Kalorien bestimmt.

Gewöhnlich wurde eine Beobachtung ungefähr 2 Stunden nach dem Frühstück angestellt. Dann folgte irgend eine hydriatische Prozedur, worauf der Wärmewechsel aufs neue festgestellt wurde. Nach der zweiten Beobachtung pflegten die Versuchsobjekte zu Mittag zu essen. Die dritte und letzte Beobachtung wurde in den Nachmittagsstunden von 3—4 Uhr angestellt. Da die gesunden Versuchsobjekte, die sich vor dem Versuch frei umherbewegen, wenn sie in den Apparat gebracht werden, aus dem Zustand der Bewegung zu dem relativer Ruhe übergehen, erwies es sich als notwendig, zur Verhütung von Schwankungen in der Wärmeregulierung, die von den Veränderungen des Muskeltonus herrühren, die Versuchsobjekte eine Zeit lang in ruhiger sitzender oder liegender Stellung verharren zu lassen.

Die Angaben des Anemometers wurden nicht sofort nach Beginn des Versuchs notiert, sondern erst eine halbe Stunde später, mit Rücksicht darauf, dafs das Anemometer, dessen Drehung von dem durch Berührung mit dem Versuchsobjekt erwärmten Luftstrom bewirkt wird, nur allmählich seine volle Geschwindigkeit erlangt. Diese Geschwindigkeit wird ungefähr nach einer halben Stunde nach dem Hineinbringen des Versuchsobjektes in den Apparat konstant und entspricht dann der Wärmeabgabe des Versuchsobjektes. Auf diese Weise erhalten wir 30 Min. nach Beginn des Versuchs die ersten Daten bezüglich der Wärmeabgabe. Die Angaben des Anemometers wurden ferner im Laufe von 15 Min. notiert, und das Mittel aller dieser Ziffern bezeichnet die Wärmeabgabe für 15 Min., d. h. für die dritte Viertelstunde nach Beginn des Versuches. Da aus den Angaben der Thermometer die Körpertemperatur zu Beginn und am Schlufs der konstanten Periode bekannt ist, können wir auch die Wärmeproduktion des Versuchsobjektes feststellen. Mittels Hygrometer wurde die Menge der ausgeschiedenen Dämpfe bestimmt. Weitere ausführliche Angaben über die Untersuchungs-

Digitized by Google

methode am Menschen sind in unserer ersten Abhandlung enthalten, und daher gehen wir direkt zu unseren Beobachtungen über.

Kalte Prozeduren.

Die Frage nach der Wirkung kalter Bäder auf den Wärmehaushalt ist mit der Frage nach dem Einflufs der Kälte auf die Wärmeregulation unlöslich verknüpft. Letztere Frage ist wissenschaftlich wie praktisch von enormer Bedeutung. Sie erhält noch besonderes Interesse dadurch, dafs sie schon seit langer Zeit den Gegenstand reger Kontroversen zwischen den Gelehrten bildete und noch heutzutage bildet.

Diese Kontroversen datieren aus den 60er Jahren des vorigen Jahrhunderts, als Liebermeister[1]) zum erstenmal die Ansicht aussprach, dafs in der Wärmeregulation eines sich im kalten Medium aufhaltenden Organismus eine wesentliche Rolle der Wärmeproduktion zufalle und die Wärmeverluste im kalten Bade durch gesteigerte Produktion kompensiert würden.

Zu solchen Schlüssen kam Liebermeister auf Grund seiner Untersuchungen mit dem Wannenkalorimeter.

Jedoch die Ansicht Liebermeisters fand durchaus nicht überall Zustimmung. Im Gegenteil, einige namhafte Gelehrte (Senator, Winternitz u. a.) behaupteten, die Wärmeökonomie würde hauptsächlich durch die Wärmeabgabe reguliert, dafs der Organismus sich gegen die Kälte hauptsächlich durch Herabsetzung der Wärmeabgabe wehre.

Auf dem Boden dieser Gegensätze entspann sich zwischen den Anhängern dieser und jener Meinung ein Streit, der lange Jahre währte.

Es ist hier nicht der Ort, auf weitere Einzelheiten in bezug auf diese Frage einzugehen, jedoch wenn man alle neuesten, aus direkten kalorimetrischen Untersuchungen gewonnenen Ergebnisse unparteiisch verallgemeinert und sie mit den entsprechenden Untersuchungen des Gas- und Stoffwechsels sowie

1) Liebermeister, Handbuch der Pathologie und Therapie des Fiebers, 1875.

Digitized by Google

den Daten der Thermometrie, besonders der topographischen, vergleicht, kann man nicht umhin, der Ansicht Liebermeisters und Lefévres[1]) zuzustimmen, dafs der Organismus im Kampf mit der Kälte hauptsächlich zur chemischen Regulation — der Steigerung der Wärmeproduktion greift.

Um den Wärmehaushalt beim Menschen nach kalten Bädern kennen zu lernen, müssen wir in Ermangelung von Daten der direkten Kalorimetrie die Hilfsdaten aus dem Gaswechsel, der Thermometrie u. a. heranziehen.

Obgleich der Wärmeaustausch zwischen Mensch und Bad schon von vielen Autoren zum Gegenstand ihrer Forschungen gemacht wurde und nach den Untersuchungen von Lefévres überhaupt kaum etwas neues in bezug auf diese Frage zutage gefördert werden konnte, stellte ich einige Beobachtungen mit dem Wannenkalorimeter an. Meine Absicht bei diesen Beobachtungen war, den Wärmehaushalt während des Bades mit dem Wärmehaushalt in der Nachperiode zu vergleichen. Die Methode, die bei diesen Versuchen angewendet wurde, war dieselbe wie bei Liebermeister. Bevor das Versuchsobjekt in das Bad stieg, liefsen wir das Wasser sich abkühlen oder erwärmen. Diese erste Periode des Versuches dauerte 20—30 Min. Darauf nahm der zu Untersuchende im Bade Platz. (2. Periode.) Die Dauer dieser Perioden war in verschiedenen Fällen verschieden. Die 3. Periode begann, wenn der Kranke das Bad verliefs. Wir bestimmten dann die Abkühlung oder die Erwärmung des Badewassers ohne den Menschen.

Die Angaben des in das Bad getauchten Thermometers wurden alle 5 Min. notiert. Die Temperatur des Versuchsobjekts wurde in recto oder in der Achselhöhle vor dem Untertauchen ins Wasser gemessen. Darauf stieg der Mensch mit demselben Thermometer ins Bad. Beim Verlassen desselben wurde die Körpertemperatur festgestellt. Das Mischen des Badewassers geschah während der ganzen Dauer des Versuches mittels einer Pumpe.

1) Lefévre, Archive de Physiologie et Pathologie génér., 1894, und Comptes rend. de la Soc. de Biologie, 1894.

Digitized by Google

Versuch Nr. 1 wurde an Ch...skij, einem gesunden Subjekt, das schon mehrmals zu Untersuchungen im Wannenkalorimeter benutzt worden war, angestellt. Vorher wurde er um 11 Uhr 35 Min. ins Anemokalorimeter gebracht, darauf wurde ihm im Wannenkalorimeter ein kaltes Bad von 17,1° C (13,5° R) bereitet, in dem er 2,5 Min. blieb. Während dieser kurzen Zeit gab der Organismus ans Bad 64,65 grofse Kalorien ab, dabei stieg seine Rektaltemperatur um 0,03°. Obgleich die Wärmeabgabe des Körpers im Bade um 13,5mal gestiegen war, kühlte sich der Organismus nicht nur nicht ab, sondern gewann im Gegenteil an Wärme. Diese Tatsache kann auf keine andere Weise erklärt werden als durch Steigerung der Wärmeproduktion. In der Tat erweist es sich, wenn wir die Erwärmung des Organismus berechnen, dafs letztere in $2^1/_2$ Min. 65,8685 Kalorien erzeugt hat. Angenommen, die normale Wärmeproduktion betrage 100 Kalorien in einer Stunde oder 4,15 Kalorien in $2^1/_2$ Minuten, sehen wir an unserem Beispiel, dafs die Wärmeproduktion im kalten Bade fast 14mal höher geworden ist als die Norm. Das Versuchsobjekt vertrug das kalte Bad gut. Besonders heftiges Zittern war nicht wahrzunehmen.

Versuch Nr. 2 ist dem vorhergehenden zwar sehr ähnlich, allein die Ziffern der Wärmeabgabe sind etwas höher als in diesem, obwohl das Bad um 0,5° wärmer, und das Subjekt $^1/_2$ Min. weniger darin war. Das ist wahrscheinlich dadurch zu erklären, dafs das Versuchsobjekt einen kleineren Wuchs hatte und daher viel tiefer im Bade Platz fand, so dafs die Wärmeabgabe vollständiger ermittelt werden konnte.

Im Versuch Nr. 3 wurde eine Untersuchung der Wärmeabgabe bei Subjekt Nr. 1 in einem Bade von 26,75° C angestellt. Das Bad dauerte 15 Min. Die Wärmeabgabe für die ganze Badezeit beträgt 79,5 Kalorien, die Wärmeproduktion 83,718 Kalorien. Aus unseren Versuchen kann man sich einen Begriff von der sukzessiven Veränderung der Wärmeabgabe machen. So sehen wir in Versuch Nr. 1, dafs die Wärmeabgabe in der ersten Minute des Bades bedeutend höher war als die Wärmeabgabe in den folgenden $1^1/_2$ Min. Ebenso in Versuch Nr. 3 (s. Tab. I).

Digitized by Google

Tabelle I. **Versuche 1, 2, 3 und 4.**

Nr. d. Versuche	Bedingungen der Beobachtung	Name Alter Wuchs	Körpergewicht in kg	Wasserdampf: Quantit. d. ausgeschied. W.-D. für 1 h Min. in g	Wasserdampf: Latente Wärme der Verdunstung	Wasserdampf: Anzahl d. Kalorien nach Angabe des Kalorimeters	Wärmeabgabe in 1/4 Stunde: Gesamte	Wärmeabgabe in 1/4 Stunde: auf 1000 qcm	Körpertemperatur: in recto	Körpertemperatur: in axilla	Wärmeproduktion in 1/4 Stunde: Gesamte	Wärmeproduktion in 1/4 Stunde: auf 1000 qcm	Wärmeproduktion in 1/4 Stunde: auf 1 kg des Körp.-Gew.	
1	Vor dem Bade	Ch . . . skij Subj. Nr 5 23 Jahre alt	64,45	18,14	10,55	14,8	25,33	1,281	37,32 37,31	37,04 36,7	13,56	0,6858	0,21	Mittl. Erwärmung $\frac{0{,}008+0{,}00725}{2}$ = 0,00763 in 1 Min. In 2,5 Min. Erwärm. 0,00763 · 2,5 = 0,01907. Die Wärmeabgabe des Menschen an d. Bad = 150 · (0,45 — 0,01907) = 64,6395 Kal. in 2,5 Min. Die Wärmeproduktion: 65,8685 Kal. in 2,5 Min. (gewöhnl. 4,15 Kal. in 2,5 Min.). Die Wärmeabgabe der ersten Min. 43,76 Kal.
				Kaltes Bad in einem Wannenkalorimeter von 17,1°—17,55°. Während des Bades stieg die Temperatur in recto um 0,03°. Wassermenge . . . . . 147 l Wärmeäquivalent d. Wanne 3 l 150 l						Mittlere Erwärmung der I. Periode 0,008°. Das Badewasser hatte sich um 0,45° erwärmt. Mittlere Erwärmung der III. Periode 0,00763°.			
	Nach dem Bade		64	9,626	5,595	12,95	18,54	0,9421	36,75 36,58 36,55	36,18 36,33 36,25	16,95	0,8613	0,265	
2	Morgens 9 Uhr 400 g Tee, 400 g Brot vor dem Bade	Theodor F . . . ff Subj. Nr 4	52,7	13,23	7,685	16	23,685	1,364	37,05 37,0	37,0 36,98	21,498	1,2385	0,408	
				Kaltes Bad in dem Wannenkalorimeter. Körpertemperatur 37,05°.					Mittl. Erwärmung der I. Periode 0,0091° in 1 Min. Das Bad hatte sich erwärmt um 0,45° in 2 Min. Mittl. Erwärmung der III. Periode 0,0053° in 1 Min.					Mittlere Erwärmung $\frac{0{,}0091+0{,}0053}{2}$ = 0,0072 in 1 Min. 0,0144 in 2 Min. Wärmeabgabe des Menschen an das Bad 150 · (0,45 — 0,0144) = 65,34 Kal. in 2 Min. Wärmeprodukt. = Wärmeabgabe.
	Nach dem Bade v. 17,55—18,0° C. u. 2 Min. Dauer.		52,7	11,94	6,932	13,6	20,532	1,182	37,4 37,08 36,98	36,6 36,83 36,65	16,158	0,9309	0,307	

3	Morgens 300 g Tee, 500 g Brot vor dem Bade von 27,15° C	Theodor J . . . ff Subj.Nr.1	65,0	12,76	7,408	15,95	24,36	1,169	37,15 37,1	36,9 36,7				

Bad im Wannenkalorimeter.

Körpertemperatur
36,75°
36,8°
36,9°
36,9°.

Abkühlung in der I. Periode 0,3° in 35 Min.
Das Badewasser hatte sich erwärmt um 0,4° in 15 Min.
Abkühlung in der III. Periode 0,285° in 35 Min.

Mittlere Abkühlung des Bades:
0,00835 in 1 Min.
0,012525 in 15 Min.
Wärmeabgabe des Menschen an das Bad:
(150 · 0,52525) — 1,5 = 77,29 Kal.

	Wärmeabgabe	Wärmeprodukt
in d. ersten 5 Min.	43,20	45,9
» » zweit. 5 »	17,05	22,45
» » dritten 5 »	17,05	17,05
	77,3	85,4

	Wurde 25 Min. nach dem Bade ins Kalorimeter gebracht		65,0	8,94	5,188	14,35	19,54	0,9776	36,65 36,8 36,75	36,4 36,6 36,7	16,82	0,8416	0,259	
4	Um 8 Uhr 600 g Tee, 500 g Brot vor dem Bade von 27,75° C	Theodor J . . . ff Subj.Nr.1	65,5	10,61	6,162	15,15	21,31	1,066	37,4 37,1	36,8 36,75	5,0	0,2502	0,076	

Bad von 26,75° in einem Wannenkalorimeter.

Temperatur in axilla
36,65°
36,65°
36,6°
36,7°
36,7°

Mittlere Abkühlung der I. Periode 0,1125° in 15 Min.
Das Bad hatte sich erwärmt in der II. Periode um 0,425° in 15 Min.
Mittlere Abkühlung der III. Periode 0,1175° in 15 Min.

	Wärmeabgabe	Wärmeprodukt.
Mittl. Abkühl. des Bades . .	35,75 K.	33,032 K.
Während des Bad. erwärmte sich d. Wasser um . . .	20,25 K.	25,686 K.
Wärmeabgabe des Menschen an das Bad .	24,5 K.	24,5 K.
	81,5 K.	83,718 K.

Nach 5 Min. geringes Zittern, nach 10 Min. bedeutendes Zittern.

	Wurde 25 Min. nach dem Bade ins Kalorimeter gebracht			8,692	5,051	14,1	19,15	0,9559	36,3 36,3	36,3 36,7	19,15	0,9559	0,293	

Digitized by Google

Obgleich die Zahl der von mir angestellten Versuche viel zu gering ist, um zu einem Urteil über eine so wichtige und komplizierte Frage zu berechtigen, glaube ich in Anbetracht dessen, dafs die Resultate der einzelnen Versuche sich in völliger Übereinstimmung befinden, dafs sie mit Hilfe eines Kalorimeters angestellt sind, das durch seine Eigenschaften alle früheren übertrifft, mit einigem Recht nachstehende Folgerungen zu ziehen.

Durch diese Untersuchungen erfahren also die zuerst von Liebermeister, dann von Lefévre aufgestellten Sätze völlige Bestätigung, nämlich dafs:

1. Je niedriger die Temperatur des Bades, desto energischer sowohl Wärmeproduktion als auch Wärmeabgabe von statten geht,
2. während der ersten Minuten seines Aufenthaltes im Bade der Organismus mehr Wärme abgibt als in der folgenden,
3. im kalten Bade nach einer gewissen wechselnden Periode der Wärmeabgabe die Verluste für die Zeiteinheit beständig werden.

Während der Vor- und der Nachperiode wurde das Versuchsobjekt im Anemokalorimeter untersucht. Ich führe die Tabellen dieser Versuche nicht vollständig an, da das den Umfang der Abhandlung bedeutend vergröfsern würde, sondern nur in extenso. Ausführlicher sind diese Untersuchungen in meiner Dissertation niedergelegt.

Zur Erläuterung der Tabellen halte ich es für notwendig, zu erwähnen, dafs die Daten des Wärmehaushaltes für viertelstündige Perioden gelten und der dritten Viertelstunde nach Beginn des Versuches entsprechen. Die Intervalle zwischen den Messungen der Körpertemperatur in jedem Versuche betragen auch eine Viertelstunde. Die Differenz zwischen den Angaben der Rektalthermometer zu Beginn und denen am Schlusse der konstanten Periode, d. h. nach 30 und 45 Min. nach Beginn des Versuches, diente zur Bestimmung der Wärmeproduktion mit Hilfe der gewöhnlichen Formel. Die Wärmeproduktion wurde

Digitized by Google

berechnet: 1. für die Einheit der Körperfläche (1000 qcm), 2. für 1 kg des Körpergewichts. Die Zeitangaben bszeichnen den Moment des Hineinbringens in das Kalorimeter.

Hierauf gehen wir zur Betrachtung folgender Versuche über. (Als Beispiel führe ich nur die Tabellen einiger Versuche an.)

(Siehe Tabelle II auf S. 330.)

In den Versuchen 5, 6 und 7 wurde der Wärmehaushalt in der Nachperiode untersucht. Die Temperatur des Badewassers war sehr niedrig, 13—14° R oder 16—17,5° C. Dauer des Bades 5 Min. Von den drei Versuchsobjekten bewies Grigorij E...w die gröfste Ausdauer. Merkliches Zittern war bei ihm nur in der letzten Minute seines Aufenthaltes im Bade zu beobachten.

Fedor J...re und Alexander B...w konnten viel weniger vertragen. In der zweiten Hälfte des Bades trat bei ihnen heftiger Schüttelfrost auf, Zähneklappern, nur mit Mühe konnten sie sprechen, der Puls, der anfangs langsamer schlug, wurde zum Schlusse beschleunigt; übrigens war es infolge des heftigen Schauers kaum möglich, ihn zu zählen. Aus diesen Beobachtungen geht hervor, dafs unmittelbar nach dem Bade fast in allen Fällen ohne Ausnahme die Wärmeabgabe sich verringert. Diese Verringerung der Wärmeabgabe ist so beträchtlich und anhaltend, dafs sogar 2 Stunden nach dem Bade die Wärmeabgabe gewöhnlich unter der Norm ist (s. Versuch Nr. 5 und 6). In diesen Versuchen erweist sich die nach Daten der Rektaltemperatur berechnete Wärmeproduktion nicht nur als verringert, sondern, mathematisch ausgedrückt, als negativ. Die Erklärungen dieser paradox klingenden Erscheinung lassen wir unten folgen. Betrachten wir die Angaben des Thermometers, so können wir in der Nachperiode einen Abfall der Temperatur sowohl in recto als in axilla konstatieren, mit dem Unterschied, dafs das Fallen der Rektaltemperatur langsamer geschieht als das der Axillartemperatur, so dafs jene noch fortfährt zu fallen, wenn letztere schon zu steigen beginnt. Ein ganz anderes Bild bietet sich uns 2—2½ Stunden nach dem Bade. 1. Ist zu dieser Zeit die unmittelbar nach dem Bade erheblich verminderte Wärmeabgabe

Digitized by Google

Tabelle II. **Versuche 5, 6, 7, 10 und 13.**

Nr. des Vers.	Name Alter Wuchs	Vorbedingung der Beobachtung	Gewicht in kg	Wasserdämpfe: Quantität d. ausgeath. W.-Dämpfe in 15 M in g	Wasserdämpfe: Latente Wärme der Verdunst.	Anzahl der Kalorien nach Angaben des Anemometers	Wärmeabgabe für 1/4 Stunde: Gesamte	Wärmeabgabe für 1/4 Stunde: auf 1000 qcm	Körpertemperatur: in recto	Körpertemperatur: in axilla	Wärmeproduktion für 1/4 Stunde: Gesamte	Wärmeproduktion für 1/4 Stunde: auf 1000 qcm	Wärmeproduktion für 1/4 Stunde: auf 1 kg Gewicht
5	Theodor J . . . ff		70,4	13,155	7,643	14,0	21,643	10,32	36,37 37,2	36,69 36,75	12,294	0,586	
		Nach d. Bade v. 13—14° R, 16—17° C. Dauer 5 Min.		10,08	5,85	10,0	15,85	0,7558	36,8 36,48	36,05 36,0	negativ		
		1 Std. 35 Min. nach dem Bade		9,575	5,567	10,8	16,367	0,7717	36,83 36,83	36,125 36,3	16,367	0,7717	
6	Alexander B . . . ff Subj. Nr. 2	In nüchternem Zustande vor dem kalten Bade	76,5	11,79	6,853	12,1	18,953	0,8549	37,39 37,36	36,42 36,42	17,048	0,7692	
		Nach dem Bade von 17° C, 13,5° R. Dauer 5 Min.		5,37	4,197	10,9	15,097	0,7218	37 36,65	35,7 36,92	7,123		
		1 Std. 35 Min. nach dem kalten Bade		9,85	5,7	11,85	17,55	0,7935	36,51 36,5	36,1 36,15	16,919	0,7650	
7	Gregor Je . . . ff	Schlief gegen Ende des Versuches im Apparat ein	62	11,53	6,692	11,95	18,642	0,9674	37,14 37,14	36,76 —	18,642	0,9674	0,301
		Nach dem Bade von 14° R, 17,5° C. Dauer 5 Min.		6,937	4,035	12,25	16,285	0,8454	36,9 36,825	35,65 35,65	12,425	0,6451	0,2
		1 Std. 35 Min. nach dem Bade	62,55	10,09	5,87	12,8	18,67	0,9633	37,28 37,4	36,4 36,3	24,9	1,285	0,398
10	K . . . n, 24 Jahre alt, 154 cm, Bauer		56,5	11,74	6,815	16,6	23,41	1,288	37,43 37,28	37 37,28	16,34	0,899	0,289
		Nach dem Bade von 23° R, 29° C und 14 Min. Dauer		10,75	6,248	14,2	20,45	1,125	36,95 36,86	36,59 36,54	16,21	0,8919	0,287
		1 Std. 56 Min. nach dem Bade	57,0	11,78	6,843	15,4	22,243	1,234	37,1 37,05	36,88 36,78	20,064	1,104	0,352
13	Anton P . . ff, 26 Jahre alt, 177 cm, Bauer		65,5	10,6	6,158	16	22,16	1,109	37,3 37,25	36,12 37	19,44	0,9727	0,297
		Nach dem Bade von 23° R (29° C). 11 Min.		10,11	5,873	12,7	18,57	0,9291	37,28 37,32	36,4 36,5	20,74	1,038	0,314

Digitized by Google

wiederum gestiegen und, wie wir im Versuch Nr. 7 sehen, sogar höher als sie vorher war. In allen Regionen des Körpers steigt die Temperatur, in der Achselhöhle stärker als in recto. Die nach Daten der Rektaltemperatur berechnete Wärmeproduktion ist nun viel höher als die Wärmeproduktion vor dem Bade (was im Versuch Nr. 7, wo die dritte Untersuchung viel später ausgeführt wurde als in den vorhergehenden Versuchen, besonders bemerkbar ist). Nicht ohne Interesse sind auch die Daten in bezug auf die Wasserverdunstung. Nach kalten Bädern vermindert sich dieselbe und zwar recht erheblich. (In Versuch Nr. 6 um mehr als 50%.) Sogar nach $2^1/_2$ Stunden nach dem Bade ist diese Verringerung der Dämpfeausscheidung bemerkbar. Die gleichen Erscheinungen lassen sich im Organismus nach einem Bad von 20° R (25° C) und 10 Min. Dauer, auch nach einem Bade von 23—24° R (29° C) und 13—14 Min. Dauer (s. Versuch 8) beobachten.

Der Unterschied in der Wirkung dieser Bäder ist nur ein quantitativer, und zwar ist der Effekt des 23gradigen Bades von 13—14 Min. Dauer schwächer als der Effekt des 20gradigen Bades von 10 Min. Dauer und viel geringer als der eines 5 Minutenbades von 13—14° R.

Wir verweisen ferner auf Versuch Nr. 13. Dem Anton P...w wurde ein 23gradiges Bad von 11 Min. Dauer verabreicht. Es schien ihm viel wärmer als ein gleichtemperiertes im Fieber (er hatte Typhus durchgemacht). Die Veränderungen in der Wasserverdunstung und der Wärmeabgabe unmittelbar nach dem Bade sind unbedeutend. Nach einem geringen Sinken in der Nachperiode begann die Rektaltemperatur rasch zu steigen und war 50 Min. nach dem Bade höher als vorher. Die Wärmeproduktion war also beträchtlich gestiegen.

Die kurzen Bäder hatten gewöhnlich eine Temperatur von 13° R (16° C) und dauerten $1^1/_2$ Min. Trotz der geringen Dauer erzielten sie einen sehr bedeutenden Effekt. Jedenfalls war derselbe gröſser als der Effekt der Wannenbäder von 23° R und 13 Min. Dauer (s. Tabelle III, Versuch 17).

Digitized by Google

Tabelle III.

Versuch 17.

Nr. des Versuchs	Name Alter Wuchs	Vorbedingung des Versuchs	Gewicht in kg	Wasserdampf: Quantit. der ausgeschied. Dämpfe für 15 Min. in g	Wasserdampf: latente Wärme der Verdunstung	Anzahl der Kalorien nach Angabe des Anemometers	Wärmeabgabe für 1/4 Stunde: Gesamte	Wärmeabgabe für 1/4 Stunde: auf 1000 qcm	Körpertemperatur: in recto	Körpertemperatur: in axilla	Wärmeproduktion für 1/4 Stunde: Gesamte	Wärmeproduktion für 1/4 Stunde: auf 1000 qcm	Wärmeproduktion für 1/4 Stunde: auf 1 kg Gewicht
17			73,235	17,23	10,05	12,2	22,25	0,9842	37,12 37,0	36,715 36,7	14,45	0,6392	0,183
	Alex. B.. w Wärter	Nach ein. Bad von 1½ Min. u. 13° C		13,92	8,089	10,1	18,189	0,8046	37,25 36,94	36,98 37,57	2,08	0,026	0,092
		1½ Std. nach dem Bade		14,35	8,339	11,6	19,939	0,882	37,12 37,09	36,4 36,27	17,9	0,79	0,227

Die dabei beobachteten Veränderungen im Wärmehaushalt und der Wasserverdunstung sind von gleicher Art wie bei den vorhergehenden kalten Bädern. Auffallend ist die in allen Fällen deutlich hervortretende Steigerung der Wärmeproduktion, die gegen Ende der zweiten Stunde der Nachperiode beobachtet wird.

Gleichzeitig mit den Wannenbädern wollen wir auch die Angaben, welche die Wirkung kalter Duschen auf den Wärmehaushalt bezeichnen, besprechen. Bei dem heutigen Stand der Hydrotherapie bürgern sich Duschen verschiedener Art immer mehr in der Praxis der Hydrotherapeuten ein. An und für sich stellen sie eine Form der Wasserapplikation vor, wo zu der Wirkung des thermischen Agens noch die des mechanischen Reizes hinzukommt. Aufserdem sind die Duschen jene hydriatische Prozedur, nach welcher die sog. Reaktion am leichtesten eintritt. Diese Reaktion besteht in einer eigentümlichen Wärmeempfindung im ganzen Körper unmittelbar nach oder selbst während der Anwendung der kalten Prozedur. Das subjektive Befinden des Kranken bessert sich, es tritt eine gehobene Stimmung ein, verbunden mit dem Gefühl der Behaglichkeit. Eines der wichtigsten objektiven Kennzeichen der Reaktion bietet die

Digitized by Google

Färbung der Haut; sie ist rosig und zart. Eine bläulich-rote Färbung, blasse Cutis anserina deuten auf das Fehlen der Reaktion hin. Obwohl alle Therapeuten darin einig sind, dafs die Reaktion eine unerläfsliche Bedingung der nützlichen Wirkung jeder hydropathischen Prozedur ist, kann man nicht behaupten, dafs wir die Ursachen und Erscheinungen derselben hinlänglich kennen. Wir wissen aber, dafs mechanische Reizungen der Haut und aktive Bewegungen von seiten des Kranken zu den besten Mitteln gehören, um das Eintreten der Reaktion zu beschleunigen. Bei der Untersuchung des Wärmehaushalts nach Anwendung von Duschen beabsichtigte ich, einerseits den Einflufs des mechanischen Reizes auf die Haut zu erforschen, anderseits wenn möglich zu erfahren, ob das Eintreten der Reaktion nicht mit irgendwelchen Veränderungen im Wärmehaushalt im Zusammenhang stände. Um die Wirkung eines mechanischen Reizes auf den Körper zu erforschen, müssen wir vor allen Dingen im Besitze einer genauen Methode zur Messung der Kraft des Agens sein. Bei der Anwendung von Duschen als mechanischen Reizmitteln mufs der Wasserdruck angegeben werden. Dabei scheint mir, dafs die übliche Methode den Druck der Dusche nach den Angaben des Anemometers am Mischer zu beurteilen recht unzureichend ist. Nehmen wir z. B. die bewegliche Dusche (Douche mobile); ihr Strahl mufs, nachdem er aus dem Mischer herausströmt, auf dem Wege eine Reihe von Hindernissen überwinden. Noch vor dem Kautschukansatz mufs er einige, manchmal mehrfach gebogene Röhren passieren, und wenn er diesen Ansatz durchlaufen hat und an dem Endstück anlangt, hat er einen um so gröfseren Widerstand zu überwinden, je enger die Mündung der Dusche ist. Dem beim Verlassen des Endstücks erheblich geschwächten Strahl treten noch weitere Hindernisse entgegen. Seine horizontale Stofskraft wird durch den Widerstand der Luft stark beeinträchtigt. Dieser Widerstand wird um so gröfser, je mehr sich der Strahl ausbreitet.

Ein ungünstiges Moment ist für ihn ferner die Schwerkraft. Offenbar wirkt die mechanische Kraft der Dusche um so schwächer, je weiter der zu Duschierende vom Endstück der Dusche sich

Digitized by Google

befindet. Es ist also eine Reihe von Momenten vorhanden, von denen der Wasserdruck abhängt. Das Vorkommen und die Bedeutung desselben differieren in aufserordentlichem Mafse, nichtsdestoweniger wird ihre Wirkung vom Manometer nicht angegeben. Aus diesem Grunde ist für uns nicht der Druck wichtig, der am Mischapparat an der Dusche besteht, sondern derjenige, den der Duschierte empfindet. So viel ich weifs, ging man bisher beim Messen des Wasserdruckes der Duschen nicht von diesem Gesichtspunkte aus und, wie ich glaube, hauptsächlich deshalb, weil es keinen entsprechenden Apparat gibt. Dieser Umstand bewog mich, die Messungen des Duschendruckes an der Applikationsstelle am Körper mittels einer leicht ausführbaren, unkomplizierten Methode vorzunehmen. Zur Messung des Druckes der douche mobile mufste ein besonderer Apparat, eine dynamische Wage, gebraucht werden, der in den Mitteilungen der Kaiserlichen Militär-Medizinischen Akademie vom Jahre 1901 beschrieben ist. Der Druck der herabstürzenden Regendusche wird mit Hilfe einer gewöhnlichen Wage gemessen, deren eine Schale durch eine flache Scheibe von bestimmtem Durchmesser ersetzt ist. Die Wage wurde ungefähr in der Höhe der Rückenmitte eines Menschen, 125 cm über dem Boden, und in einer Entfernung von 100 cm vom Brausekopf der Dusche aufgestellt, der an Stelle der Wage fixierte Diskus direkt unter den Brausekopf gestellt, die andere Schale dagegen vor den Wasserstrahlen sorgfältig verdeckt. Auf solche unkomplizierte Weise wurde der Druck verschiedener Wasserduschen an ihrer Applikationsstelle am Körper gemessen. Zuerst wurde der Gesamtdruck auf den Körper festgestellt und hernach behufs Vergleichung für 1 qcm berechnet. Die Ergebnisse der Messungen sind in den Tabellen angeführt (siehe dieselben), denen wir die notwendigen Daten entnehmen.

Ich glaube, hier einige Erklärungen in bezug auf die Methode der Versuche mit Duschen einschalten zu müssen. Während das Versuchsobjekt sich im kurzen kalten Bad befand, führte es keine heftigen Bewegungen aus, wurde auch nicht frottiert. Nach dem Bad rieb man es leicht ab, um die Haut abzutrocknen, und brachte es, in eine Decke gehüllt, in das Kalorimeter.

Digitized by Google

Anders wurde in den Versuchen mit Duschen verfahren. Während der ganzen Dauer der Prozedur mufste der Patient energische Bewegungen ausführen. Unmittelbar nach der Dusche durfte er sich selbst abreiben, wobei ihm der Diener behilflich war. Darauf begab er sich im Unterkleide, über welches er einen Kittel zog, eilig aus der Wasserheilanstalt in den Raum, wo das Kalorimeter aufgestellt war.

Unsere Versuche mit der Dusche glauben wir in zwei Gruppen einteilen zu müssen. Zur ersten gehören die Versuche, in welchen während der Anwendung der Duschen und nachher die Kennzeichen einer ausgiebigen Reaktion deutlich hervortraten. Es sind das die Versuche Nr. 19, 20, 22. Die Versuche 20 und 22 wurden mit gleichartigen Duschen ausgeführt — Regenduschen von gleich hohem Druck (siehe Tabelle IV auf S. 336).

Der Wasserdruck betrug nach dem Manometer am Mischapparat 45 Pfd. auf 1 Quadratzoll oder entsprach einer Wassersäule von 28,5 m auf 1 qcm. Der Druck an der Applikationsstelle am Kranken — nach unserer Bezeichnung — der wahre Druck ist hier erheblich schwächer. Gemessen auf die oben angegebene Weise entspricht er einer Wassersäule von 0,018 m auf 1 qcm. Der Gesamtdruck dieser Dusche auf den Körper des Patienten beziffert sich auf 690 g; im Versuch Nr. 22 wurde die Wirkung der Douche mobile gleichfalls bei hohem Druck untersucht. Die Form des Strahls war die eines zusammengepreſsten Fächers, dessen Breite im Abstand von 2,5 m vom Endstück der halben Höhe eines Menschen gleichkam. Seine Kraft, die nach dem Manometer 45 Pfd. Druck oder 28,5 m entsprach, beträgt an der Applikationsstelle im Abstand von 2,5 m vom Endstück nur 0,164 m. Der Wasserdruck in den Versuchen Nr. 23 und 24 war gering — der gewöhnliche Druck der Wasserleitung. Nach dem Manometer belief er sich auf 15 bis 20 Pfd.

Aus den erhaltenen Daten heben wir nachstehende hervor.

In den Versuchen, in denen das Eintreten der Reaktion deutlich wahrzunehmen war, konnten wir nach der Dusche einen sehr unbeträchtlichen Abfall der Wärmeabgabe konstatieren. Die Axillartemperatur sinkt sofort nach der Prozedur, wobei der

Digitized by Google

Tabelle IV. Versuche 19, 20, 22, 23 und 24.

Nr. d. Vers.	Name Alter Wuchs	Bedingungen der Beobachtung	Gewicht in kg	Wasserdämpfe: Quantit. d. ausgesch. Dämpfe für 15 Min. in g	Wasserdämpfe: Latente Wärme der Verdunst.	Anzahl d. Kal. nach Angabe d. Anemometers	Wärmeabgabe in 1/4 Std.: Gesamte	Wärmeabgabe in 1/4 Std.: auf 1000 qcm	Körpertemperatur: in recto	Körpertemperatur: in axilla	Wärmeproduktion in 1/4 Std: Gesamte	Wärmeproduktion in 1/4 Std: auf 1000 qcm	Wärmeproduktion in 1/4 Std: auf 1 kg Gew.
19	Gregor L.. ff Subj. Nr. 3		61,8	9,664	5,617	13,75	19,37	1,007	37,14 37,14	36,2 36,2	19,37	1,007	0,313
		Regendusche v. 25 Pfd. Druck 9,5 Min. nach d. Manomet. 12–10° R (15–12,5° C) unter d. Dusche starke Bewegung		8,965	5,210	12,15	17,36	0,8962	36,95 37,075	36,05 35,85	23,84	1,231	0,386
		1 1/2 Stunden nach der Dusche	62,5	9,330	5,423	13,65	19,07	0,9843	37,41 37,38	36,45 36,0	17,51	0,9039	0,28
20	Theod. F.. ff, Hosp.-Diener Subj. Nr. 4	Vor der kalten Dusche	54,8	12,56	7,3	13,55	20,85	1,175	37,07 37,0	36,38 36,18	16,87	0,947	0,308
		Nach einer Regendusche v. 13° R (16° C) u. 1 1/2 Min. Druck n. d. Manom. 45 Pfd. od. 28,5 m. Wahrer Druck 0,018 m auf d. qcm. Gesamtdruck auf d. Körp. 690 Pfd.		12,65	7,4	11,8	19,66	1,030	36,46 36,46	36,02 35,86	19,16	1,080	0,35
		1 1/2 Stunden nach der Dusche	54,8	9,291	5,4	13,2	18,6	1,048	36,72 36,6	36,3 36,23	13,14	0,7404	0,24
22	Theod. J.. ff Subj. Nr. 1	Vor der Dusche	71,2	16,01	9,3	15,1	24,4	1,115	37,4 37,3	36,95 36,63	21,35	1,010	0,3
		Nach ein. Dusche v. 13° R (16° C). Dauer 1 1/2 Min. Druck nach d. Manom. 45 Pfd. Wahrer Druck 0,018 m auf 1 qcm. Gesamtdruck auf den Körper 690 Pfd.	71,05	16,61	9,652	9,8	20,8	0,9858					
23	Alex. B.. ff, Wärter	In nüchternem Zustand	79,2	15,3	8,888	11,37	20,26	0,8728	37,34 37,1	36,58 36,41	4,78	0,1975	0,08
		Nach einer Regendusche von 13° R. Dauer 2 Min. unter d. gewöhnl. Druck der Wasserleitung		11,06	6,435	10,51	16,94	0,7468	36,95 36,44	35,49 35,89	4,78	0,1975	
		1 1/2 Stunden nach der Dusche		12,82	7,453	11,1	18,6	0,8199	36,8 36,56	36,1 36	2,8		
24	Theod. J.. ff, Hosp.-Diener Subj. Nr. 1		70,55	13,51	7,85	14,3	22,15		37,34 37,3	36,75 36,6	19,808	0,9432	
		Nach ein. Dusche v. 13° R. Dauer 1 1/2 M. unter d. gewöhnl. Druck d. Wasserleit.	70,55	13,46	7,8	12	19,82	0,9446	36,78 36,98	36,5 36,4	31,51	1,502	0,446

Digitized by Google

Abfall sich merklicher äufsert als bei den Bädern von kurzer Dauer. Dagegen geht in der Nachperiode die Rückkehr der Axillartemperatur zur Norm etwas rascher von statten als nach kurzen kalten Bädern von gleicher Temperatur. Was die Rektaltemperatur betrifft, so ist sie in den meisten Fällen nach der Dusche höher als während der Ruhezeit im Kalorimeter. Diese Tatsache kann man auch nach den kurzen kalten Bädern beobachten. Eine halbe Stunde nach der Dusche fällt die Temperatur in recto, doch nach $^3/_4$ Stunden hört dies Fallen auf und die Temperatur beginnt wieder zu steigen. Bei dem Eintreten einer ausgiebigen Reaktion finden wir an der Hand der Daten der Rektaltemperatur für die Periode zwischen der 30. und 40. Minute nach dem Bad, dafs die Wärmeproduktion nicht herabgesetzt, wie man es bei gewöhnlichen kalten Wannenbädern beobachtet, sondern merklich gesteigert ist.

Von grofsem Interesse sind die Daten bezüglich der Wasserverdunstung. In allen vorhergehenden Versuchen mit kalten und kühlen Bädern konnten wir beständig die gleiche Erscheinung beobachten. Die Menge der Wasserverdunstung war in der Nachperiode verringert. Bei intensiver Abkühlung betrug diese Verminderung mitunter über 50%. Ja noch mehr, selbst nach 2—$3^1/_2$ Stunden, wenn die Körpertemperatur schon zur Norm zurückkehrte und die Produktion sie sogar überschritten hatte, erreichte die Wasserverdunstung noch immer nicht ihre frühere Gröfse. Ein ganz anderes Bild sehen wir in den Versuchen, wo das Eintreten der hydropathischen Reaktion unzweifelhaft ist. In diesen Versuchen ist die Menge der nach der Dusche ausgeschiedenen Dämpfe nicht nur nicht verringert, sondern sogar vermehrt.

Wenn die Dusche ohne Druck angewendet wird, wie in Versuch Nr. 23, so treten dieselben Erscheinungen auf wie nach kurzen kalten Bädern. In Versuch Nr. 19 ist die mechanische Wirkung der Dusche vollständig durch energische Bewegungen des Versuchsobjektes und Abreibung kompensiert worden.

Es erfolgte eine recht ausgiebige Reaktion. Etwas abseits von anderen Versuchen steht Nr. 24. Infolge einer Beschädigung

Digitized by Google

des Duschapparates war das Versuchsobjekt Nr. 1 während der ganzen Dusche nur schwachen und dabei spärlichen Strahlen ausgesetzt. Das Resultat war absolutes Ausbleiben der Reaktion unter der Dusche, das Subjekt fror sehr stark, wurde am ganzen Körper blau und begann heftig zu zittern. Dieses Zittern hielt im Kalorimeter an und nahm anfangs sogar etwas zu. Im Resultat ergab sich ein rasches Ansteigen der Temperatur und eine exzessive Wärmeproduktion in den ersten 45 Minuten nach dem Bade.

Gestützt zum Teil auf Daten aus der einschlägigen Literatur, hauptsächlich aber auf meine eigenen Versuche, erlaube ich mir, nachstehende Schlufsfolgerungen betreffs der Wirkung kalter hydriatischer Prozeduren auf den Wärmehaushalt zu ziehen.

Während der Anwendung kalter Prozeduren, z. B. kalter Wannenbäder und aller Wahrscheinlichkeit nach auch kalter Duschen sind die Wärmeverluste des menschlichen Organismus gesteigert auf Kosten einer Erhöhung der Wärmeproduktion. Zu diesem Schlufs führen uns die zahlreichen Untersuchungen vieler früheren Autoren. Unsere zwar in geringerer Zahl ausgeführten, jedoch vollkommen übereinstimmenden eigenen Versuche bestätigen das Gesagte. In den Veränderungen des Wärmehaushaltes nach kalten Prozeduren hat man zwei Hauptperioden zu unterscheiden. Die erste beginnt unmittelbar nach der Prozedur.

Ihre wichtigsten Merkmale sind die folgenden: die Wärmeabgabe durch Strahlung und Leitung ist (ausnahmslos in allen Versuchen) nach kalten Bädern und Duschen herabgesetzt im Vergleich mit der Wärmeabgabe vor dem Bade. Diese Verringerung steht im umgekehrten Verhältnis zur Intensität der reaktiven Vorgänge. Die Wasserverdunstung ist im Stadium der primären Nachwirkung vermindert, jedoch im Fall einer ausgiebigen Reaktion kann man nicht nur keine Abnahme der Verdunstungen wahrnehmen, sondern es ist sogar eine Steigerung zu konstatieren. Die Wärmeproduktion ist in der Periode der primären Nach-

Digitized by Google

wirkung erheblich vermindert, nicht selten erweist sie sich nach sehr kalten Prozeduren als negative Gröfse. Die Abnahme der Wärmeproduktion steht in direktem Zusammenhange mit dem Grad der Abkühlung.

In der Periode der primären Nachwirkung ist ein Sinken der Körpertemperatur sowohl in recto als in axila zu beobachten. Die Dauer der Periode der primären Nachwirkung hängt

1. von dem Grad der Abkühlung und
2. vom Kräftezustande des Organismus und seiner Gewöhnung an Kälte ab. So bemerken wir nach kalten Bädern von 13° und 5 Min. Dauer die für diese Periode charakteristischen Merkmale noch zwei Stunden nach der Prozedur. Jedoch wenn die hydropathische Reaktion prompt eintritt, kann man diese Periode nur schwer beobachten, oder sie fehlt vollständig.

Am protrahiertesten kommt die Wirkung der primären Nachperiode in der Temperatur zur Geltung. Die Periode der sekundären Nachwirkung tritt viel schwächer als die erste hervor. Die Hauptmerkmale derselben sind, soweit wir aus unseren Daten urteilen können, die folgenden:

Die Wärmeabgabe erreicht allmählich steigend ihre frühere Gröfse, sie mitunter überschreitend.

Langsamer geht die Zunahme der Wasserverdunstung von statten. Wärmeproduktion und Körpertemperatur stellen sich in den Fällen, wo die Periode der sekundären Nachwirkung deutlich nachzuweisen ist, auf höhere Ziffern als vor dem Bade. Wie lange diese Periode der sekundären Nachwirkung dauert, und wie sich der Wärmehaushalt nachher im Organismus verhält, kann ich auf Grund meiner Versuche nicht beurteilen. Vielleicht hat Jürgensen recht, wenn er behauptet, dafs nach der sekundären Wiedererwärmung des Organismus eine neue Abkühlungsperiode eintritt.

Digitized by Google

Wie sind also die von uns beschriebenen Schwankungen im Wärmehaushalt aufzufassen? Was die Periode des Bades anbelangt, so kann man wohl kaum bezweifeln, dafs der Organismus aktiv am Kampf mit der Abkühlung beteiligt ist und dabei alle seine Kräfte zur Erzeugung von Wärme anspannt. Zittern und Schüttelfrost in dieser Periode sind auch Mittel, zu denen der Organismus zum Zweck der Selbstverteidigung greift. Derselbe bringt seine Muskeln in den Zustand fortwährender Kontraktion, woraus ihm eine mächtige Wärmequelle erwächst. Doch nun hört die Wirkung des kalten Bades auf. Der Kampf wird eingestellt, es bedarf keines neuen Aufwandes von Kräften mehr. Der Organismus verläfst das kalte Bad und sieht sich in ein neues Medium versetzt — die Zimmerluft von gewöhnlicher Temperatur. Am Kontrast erkennt er, dafs dieses Medium warm ist, dafs er daher auf dessen Erwärmung keine Energie zu verwenden braucht, und vermindert zunächst seine Wärmeabgabe. Nach kalten Bädern beobachtet man ein Sinken der Temperatur in allen Partien des Körpers, dabei fällt aber die Axillartemperatur tiefer als die Rektaltemperatur. Nach einiger Zeit beginnt die Temperatur in axilla zu steigen, während die Rektaltemperatur noch immer im Fallen begriffen ist.

Diese Erscheinung ist dadurch zu erklären, dafs das Blut der inneren Organe, durch die stark abgekühlten peripheren Teile des Körpers (Extremitäten) strömend, ihnen die eigene Wärme abgibt. Abgekühlt, kehrt es zu der zentralen Partie zurück und bewirkt dort ein Fallen der Temperatur. Die Wärmeproduktion zeigt nach unserer Erfahrung nach der Abkühlung einen erheblichen Rückgang. Mitunter wird sie sogar zur negativen Gröfse. Es hat den Anschein, als ob in diesen Fällen eine Absorption der Wärme vorläge, wobei dieselbe latent würde.

Gewifs sind solche Vorgänge für den Organismus denkbar, jedoch bisher haben wir keinen hinlänglichen Grund für die Annahme, dafs sie im vorliegenden Falle stattfinden. Die obige Tatsache kann man leicht erklären, wenn man die Formel betrachtet, nach der die Bestimmung der Wärmeproduktion geschieht. In dieser Formel ist die Wärmemenge, welche dem

Digitized by Google

Organismus durch Abfall der Rektaltemperatur verloren geht, mit dem Zeichen »Minus« enthalten, da man annimmt, dafs diese Wärmemenge an die Umgebung abgegeben wird. In Wirklichkeit wird mindestens ein Teil dieses Wärmeverlustes zur Erwärmung der peripheren Partien verbraucht und bleibt auf diese Weise dem Organismus erhalten. Die nach der Formel berechnete Wärmeproduktion ist also geringer als die tatsächliche. Der Unterschied, den wir in der Wirkung prolongierter kalter Wannenbäder und kurzer kalter Prozeduren (hauptsächlich Duschen) in der Form, wie sie in der Hydrotherapie zur Anwendung kommen, beobachten, findet folgende Erklärung: »Man unterscheidet in der Wirkung des thermischen Agens zwei Momente: Einen Temperaturreiz und eine direkte Übergabe oder Entziehung von Wärme. Je anhaltender die Wirkung des thermischen Agens, desto mehr betätigt es sich als Vermittler von Kälte oder Wärme, je kürzer sie ist, desto stärker seine Rolle als Reiz«. (M. W. Janowski, Allg. Therapie. Seite 65.)

Heifse und warme Prozeduren.

Die Wirkung heifser und warmer Prozeduren auf den Wärmehaushalt ist noch weniger erforscht als die Wirkung der kalten. Die Versuche, welche zu diesem Zweck mit dem Wannenkalorimeter angestellt wurden, führten nicht zu hinlänglich genauen Resultaten. Es liegt das erstens am Organismus selbst, welcher der Prozedur unterzogen wurde, zweitens am Mangel einer passenden Methode. Während des Bades ist die Wärmeabgabe des Organismus erschwert, und daher mufs seine Temperatur steigen.

Anderseits wendet es alle ihm zu Gebote stehenden Mittel an, um seine Temperatur zu behaupten.

Da gewöhnlich nicht der ganze Körper ins Wasser getaucht wird, sondern gewisse Partien (Kopf, Hals) aufserhalb desselben bleiben, so gibt der Organismus auf dem Wege der Schweifsabsonderung und Erweiterung der Hautgefäfse dieser Partien einen Teil der in ihnen sich anhäufenden Wärme ab.

Aufserdem nimmt nach der Ansicht sehr vieler Autoren während der Erwärmung des menschlichen Körpers der Wasser-

Digitized by Google

und Wärmeverlust von der Oberfläche der Respirationsorgane infolge der gesteigerten Frequenz der Atemzüge zu.

Nach Wick[1]) verliert der Mensch im heifsen Bad nicht die Fähigkeit, durch Schweifsabsonderung von der Oberfläche der ins Wasser getauchten Körperpartien Wärme abzugeben. Wick berechnet sogar diese Wärmemenge in Kalorien. Wie dem auch sei, auf diese oder jene Weise sucht der Organismus sich des Überschusses an Wärme zu entledigen, was ihm auch bis zu einem gewissen Grade gelingt.

In den Versuchen Nr. 25, 26, 27, 28 wurden die heifsen Bäder im Wannenkalorimeter verabreicht (siehe Tabelle V S. 343).

Aus den oben erwähnten Gründen konnten bei der Untersuchung des Wärmewechsels in sehr heifsen Bädern keine besonders genauen Resultate erzielt werden. Nichtsdestoweniger verdienen dieselben in mancher Hinsicht Beachtung. Zwei Versuche, Nr. 25 und 26, wurden bei sehr ähnlichen Bedingungen durchgeführt. Die Bäder hatten gleiche Temperatur und Dauer und wurden ein und derselben Person verabreicht. Fedor F . . . w. (Subjekt Nr. 4) ist klein gewachsen und findet im Bade sehr tief Platz, so dafs das Wasser ihm bis ans Kinn reicht. Bei solchen Bedingungen durfte man sehr genaue und übereinstimmende Resultate erwarten. Wirklich kamen die Wärmeabgaben des Bades an den Menschen in diesem und jenem Fall einander sehr nahe. Bei einer Wärmeabgabe von 26,7 Kalorien wurde Fedor F. um 0,7° erwärmt, und im 2. Bad stieg seine Axillartemperatur bei einer Wärmeabgabe von 30,75 Kalorien um 0,86°.

Um den Organismus um 0,7° zu erwärmen, mufs man ihm eine Wärmemenge von $(0{,}83 \cdot 56{,}0 \cdot 0{,}7) = 32{,}536$ Kalorien zuführen, während das Bad in Wirklichkeit blofs 26,7 Kalorien abgab. Dasselbe wiederholt sich im zweiten Versuch. Das Bad führte dem Organismus 30,75 Kalorien zu, während aus der Berechnung hervorgeht, dafs der Organismus um 37,32 Kalorien erwärmt wurde. Wenn man zu 26,7 Kalorien und 37,32 Kalorien

1) Wick, »Über die physiol. Wirkungen verschiedener warmer Bäder und über das Verhalten der Eigenwärme.« Allgem. Beiträge z. klin. Med. u. Chirurg., I.

Digitized by Google

Tabelle V. **Versuche 25, 26, 27 und 28.**

Nr. d. Vers.	Name Alter Wuchs	Bedingungen der Beobachtung	Gewicht in kg	Wasserdämpfe: Quantität d. ausgesch. Dämpf. i. 15M.	Wasserdämpfe: Latente Wärme der Verdunst.	Anzahl d. Kal. nach Angabe d. Anemometers	Wärmeabgabe für 1/4 Std.: Gesamte	Wärmeabgabe für 1/4 Std.: auf 1000 qcm	Körpertemperatur: in recto	Körpertemperatur: in axilla	Wärmeproduktion für 1/4 Std.: Gesamte	Wärmeproduktion für 1/4 Std.: auf 1000 qcm	Wärmeproduktion für 1/4 Std.: auf 1 kg Gew.
25	F . . . ff Subj. Nr. 4		56,1	10,86	6,307	13,85	20,16	1,118	37,1 36,8	36,7 36,9	6,19	0,3434	0,11
							Bad in einem Wannenkalorimeter von 39° C (31° R) und 15 Min. Dauer. Wärmeabgabe des Bades an den Menschen 26,7 Kal. in 15 Min. Gewicht vor dem Versuch 53,5 › nach › › 53,2 Körpertemp. vor › › 36,5 in axilla am Ende des Versuchs 37,2 › › Die Erwärmung des Organ. um 0,7° C = 30,75 Kal.						
		20 Min. nach dem Bade von 31° R (39° C)	55,95	8,648	5,024	14,4	19,42	1,079	37,1 36,9	36,55 36,7	10,13	0,5630	0,198
26	F . . . ff Subj. Nr. 4						Bad von 39°. 15 Min. Wärmeabgabe des Menschen an das Bad 30,75 Kal. in 15 Min. Gewicht vor dem Versuch 53 › nach › › 52,8 Körpertemp. vor › › 36,15 › nach › › 37,0 Die Erwärmung des Körpers um 0,85° = 37,32 Kal.						
27	F . . ff Subj. Nr. 1		66,2	8,059	5,895	18,85	24,74	1,229	37,09 37,05	36,54 36,72	22,64	1,120	0,4
							Bad von 43,65—42,5° C. Wärmeabgabe des Bades an den Menschen 98,25 Kal. Körpertemp. vor dem Versuch 37,32 › nach › › 38,43 Erwärmung des Körpers um 1,11° = 61,451 Kal.						
			66,2	21,97	12,76	17,8	30,56	1,518	37,5 37,33	37,15 37,66	21,22	1,054	0,32
			67,2	10,4	6,041	17,9	23,54	1,177	37,33 37,25	36,79 36,5	17,25	0,8485	0,268
28	J . . . ff Subj. Nr. 1		66	11,39	6,618	16,85	23,47	1,169	37,3 37,1	36,85 36,55	12,51	0,6023	0,19
							Bad im Wannenkalorimeter von 38,9° C (31° R). 15 Min. Wärmeabgabe des Menschen an das Bad 35,7 Kal. Körpertemp. vor dem Versuch 36,75 › am Ende d. Versuchs 36,975 Die Erwärmung des Kranken um 0,225° C = 12,343 Kal.						
			65,9	13,5	7,84	15,7	23,54	1,173	37,25 37,1	36,75 36,8	15,34	0,7644	0,23

Digitized by Google

die Wärmemenge hinzuaddieren will, welche während des Versuches von dem nicht eingetauchten Teil des Kopfes und der Oberfläche der Lungen (nach Liebermeister und Kernig 0,3 Kalorien in der Sekunde) abgegeben wird, werden die Erwärmungswerte des Körpers noch gröfser. Diese überschüssige Wärmeanhäufung läfst sich nicht anders erklären als durch Steigerung der Wärmeproduktion. Die aus dem Versuch Nr. 28 erzielten Resultate stimmten mit den obigen nicht überein. Das Bad gab dem Versuchsobjekt Fedor J . . . w 34,2 Kalorien, der Körper wurde aber nur um 12,343 Kalorien erwärmt. Dieser Widerspruch zu den früheren Ergebnissen ist darauf zurückzuführen, dafs das hochgewachsene Versuchsobjekt im Bad nur bis zur Achselhöhle Platz fand. Durch Steigerung der Wärmeabgabe jener über Wasser bleibenden Partien kompensierte er die Wärmezufuhr aus dem Bade. Auch Versuch Nr. 27 ergab ein nicht übereinstimmendes Resultat. Obgleich der Versuch mit demselben Subjekt angestellt wurde, entsprach die Erwärmung nicht der vom Bad zugeführten Wärmemenge. Die Temperatur des Bades war sehr hoch, seine Dauer geringer als in den ersten Versuchen (10 Min.). Es ist wohl anzunehmen, dafs die erwärmte Peripherie noch nicht Zeit gefunden hatte, dem zentralen Teil ihren Überschufs an Wärme zu übermitteln, und infolgedessen konnten wir eine ungleichmäfsige Verteilung derselben beobachten.

Um die Nachwirkung heifser und warmer Prozeduren auf den Organismus kennen zu lernen, wurden Wannenbäder von 35° (44°) und 10 Min. Dauer, dann Dampfbäder von 40—50° C und heifse Luftbäder von 65—75° C verabreicht.

Betrachten wir zunächst die Ergebnisse nach Wannenbädern. Teils zum Zweck gröfserer Übersichtlichkeit der Darstellung, teils in Anbetracht des verschiedenen Charakters der Erscheinungen, welche bald nach dem Bad ($^1/_2$ Stunde später) und nach 2 bis 2 $^1/_2$ Stunden auftreten, teilen wir den Zeitraum nach dem Bad in zwei Perioden. Die erste (ungefähr eine halbe Stunde nach dem Bad) ist in folgender Hinsicht bemerkenswert. Die gesamte Wärmeabgabe ist in allen Fällen erheblich gesteigert. Diese

Digitized by Google

Steigerung hängt hauptsächlich mit der Wasserverdunstung zusammen. Die Wärmeabgabe durch Strahlung und Leitung erfährt nur geringe Veränderung. Meist ist sie höher als die Norm, doch kommen Fälle vor, in denen sie ganz unverändert bleibt. Die Wasserverdunstung ist in dieser Periode immer erheblich gesteigert. Das Anwachsen derselben, mitunter um 2—3 mal, steht offenbar in Beziehung nicht nur zum Grad der Erwärmung des Subjekts, sondern auch zu anderen Ursachen, als zum Beispiel Kräftevorrat des Organismus, seiner Gewöhnung an heifses Wasser, relativer Feuchtigkeit der Zimmerluft usw. Die Körpertemperatur ist 15—20 Min. nach dem Bad etwas niedriger als gegen Ende des Bades. Eine nachträgliche Temperatursteigerung, wie sie andere Autoren beobachtet haben, konnte ich ein einziges Mal konstatieren. Die Differenz in den Temperaturen der Vor- und Nachperiode ist für die Axillartemperatur gröfser als für die Rektaltemperatur. Dieser Umstand läfst sich auf die ungleichmäfsige Verteilung der Wärme zurückführen — letztere häuft sich vorwiegend in den peripheren Partien an.

(Siehe Tabelle VI auf S. 346.)

In bezug auf die Wärmeproduktion stimmten die Daten nicht überein (Tabelle VI), in einigen Versuchen, wie z. B. 29, 30, ist sie bis um 40% vermehrt, in anderen dagegen deutlich verringert. Weitere Versuche (Dampf- und Heifsluftbäder) ergaben, dafs die Verringerung der Wärmeproduktion wahrscheinlich in den Fällen eintritt, wo die zu Untersuchenden durch die Erwärmung ermüdet werden; wir bemerken auch in diesen Fällen in der Nachperiode einen schärfer ausgeprägten und anhaltenderen Rückgang der Körpertemperatur als gewöhnlich. 1½ oder 2 Stunden nach Schlufs des Bades ändert sich das Verhalten des Wärmewechsels. Die gesamte Wärmeabgabe ist im Vergleich mit der ersten Periode erheblich gesunken, jedoch im Vergleich mit der Vorperiode noch immer höher als die Norm. Die Wasserverdunstung ist um diese Zeit schon unter der Norm. Die Körpertemperatur sowohl in axilla als in recto ist oft niedriger als vor dem Bade. In diesem Fall beginnt sie in der letzten Viertelstunde der Beobachtung zu steigen.

Digitized by Google

Tabelle VI.

Versuche 29, 30 und 32.

Nr. d. Versuchs	Name Alter Wuchs	Bedingungen des Versuchs	Gewicht in kg	Wasserdämpfe: Quantit. d. ausgesch. Dämpfe für 15 Min. in g	Wasserdämpfe: Latente Wärme d. Verdunstung	Anzahl d. Kalorien nach Angabe des Anemometers	Wärmeabgabe für ¼ Stunde: Gesamte	Wärmeabgabe für ¼ Stunde: auf 1000 qcm	Körpertemperatur: in recto	Körpertemperatur: in axilla	Wärmeproduktion für ¼ Stunde: Gesamte	Wärmeproduktion für ¼ Stunde: auf 1000 qcm	Wärmeproduktion für ¼ Stunde: auf 1 kg Gewicht
29	Alex. B.. ff, 27 Jahre, Wärter		76,0	12,42	7,217	12,5	19,717	0,8936	37,05 36,9	36,55 36,37	10,255	0,4645	0,135
		Nach einem Bade von 35° R. Dauer 10 Min.	75,5	21,45	12,465	15,7	28,165	1,276	37,34 37,12	36,7 36,58	14,295	0,648	0,189
		1½ Stunden nach dem Bade von 35° und 10 Min.		12,355	7,176	14,6	21,766	0,9912	36,85 36,88	36,45 36,38	23.656	1,076	0,313
30	Theod. J.. ff, 23 Jahre, Hosp.-Diener		70,1	13,6	7,21	14,1	22,01	1,0525	37,3 37,08	36,33 36,49	9,21	0,4404	0,131
		Nach einem heifsen Bade von 35° R (44° C) und 10 Min. Dauer	69,5	17,23	9,561	15,55	25,111	1,208	37,28 37,07	36,69 36,55	13,0	0,6252	0,187
		1½ Stunden nach dem heifsen Bade	70,0	12,06	7,009	15,05	22,06	1,056	37,315 37,18	36,49 36,48	14,222	0,6806	0,203
32	Theodor F.. ff		52,5	12,23	7,109	11,7	18,09	1,091	37,19 37,04	36,42 36,25	12,273	0,7115	0,234
		Nach dem Bade von 35° R (44° C) und 11 Min. Dauer	52,1	35,17	20,43	10,6	31.03	1,8085	37,835 37,17	37,04 36,56	2,27	0,043	0,132
		Nach dem Mittagessen, ½ Stunde nach dem Bade	52,1	10,375	6,031	12,6	18,631	1,367	36,99 36,99	36,6 36,14	18,631	1,367	0,358

Digitized by Google

Die Wärmeproduktion in dieser Periode weist gegenüber der Vorperiode eine Steigerung auf. Die Erhitzung in Wannenbädern wurde mit der Erhitzung in Dampf- und Heifsluftbädern in bezug auf den Wirkungseffekt verglichen. Letztere wurden im besonderen Kasten verabreicht, wobei die Luft mittels eines besonderen elektrischen Wärmers erhitzt, während der Dampf durch Röhren aus dem Kessel geleitet wurde. Die Temperatur der Dampfbäder war 50—55° C. Sie wurden ausgezeichnet vertragen, sogar noch besser als die heifsen Luftbäder bei gleicher Erwärmung der Versuchspersonen. In diesen Fällen kam offenbar die Gewöhnung des russischen Bauern an das russische Bad zur Geltung. Die bei Dampfbädern erzielten Daten (als Beispiele führen wir Versuch Nr. 34, 35 an, Tabelle VII) sind im Grunde genommen dieselben, wie nach heifsen Bädern, der Unterschied dürfte wohl darin bestehen, dafs eine Abnahme der Wärmeproduktion in der Periode der primären Nachwirkung in keinem einzigen Versuch zu konstatieren war. Nach dem Ansteigen während des Bades beginnt die Körpertemperatur allmählich zu sinken, fällt bis zu ihrem früheren Stand oder noch tiefer, um sich dann wieder zu heben; nach $2^1/_4$ Stunden ist sie fast in allen Versuchen höher als vor dem Bade. (Zur Vergleichung der Körpertemperaturen wurden die dritten Messungen der ersten und der letzten Beobachtung im Kalorimeter genommen). Die Wärmeproduktion ist in der Periode der primären Nachwirkung doppelt so grofs als vor dem Bade.

(Siehe Tabelle VII auf S. 348.)

Die heifsen Luftbäder nehmen bezüglich ihrer Wirkung die Mitte zwischen Wannen- und Dampfbädern ein. Sie wurden von den Versuchspersonen nicht sehr gut vertragen. Nicht selten trat gegen Ende des Versuches Schwindel ein. Vergleichen wir nun die Daten der Wasserverdunstung in der Nachperiode, so bemerken wir die gröfste Steigerung nach Anwendung von Wannenbädern. Es wird das begreiflich, wenn man die Bedingungen in Betracht zieht, denen der Patient im Wannenbad unterworfen ist. Im Dampfbad und besonders im heifsen Luftbad kann der Organismus einen Teil der ihm zugeführten Wärme

Digitized by Google

Tabelle VII.

Versuche 34 und 35.

Nr. des Versuchs	Name Alter Wuchs	Bedingungen des Versuchs	Gewicht in kg	Wasserdämpfe: Quantit. der ausgeschied. Dämpfe für 15 Min. in g	Wasserdämpfe: Latente Wärme der Verdunstung	Anzahl der Kalorien nach Angabe des Anemometers	Wärmeabgabe für 1/4 Std.: Gesamte	Wärmeabgabe für 1/4 Std.: auf 1000 qcm	Körpertemperatur: in recto	Körpertemperatur: in axilla	Wärmeproduktion für 1/4 Std.: Gesamte	Wärmeproduktion für 1/4 Std.: auf 1000 qcm	Wärmeproduktion für 1/4 Std.: auf 1 kg Gewicht
34	Theodor J... ff		71,0	13,13	7,631	13,65	21,28	1,009	37,3 37,03	36,38 36,4	5,37	0,2546	0,076
		Nach einem Dampfbade. Stieg ins Bad bei 38° C. Die Temperat. wurde darauf bis auf 52° C erhöht. Dauer 15 Min.	70,4	20,96	12,18	16	28,18	1,336	37,18 37	36,58 36,35	17,57	0,8331	0,249
		1 Stunde 40 Min. nach dem Bade		11,2	6,51	15	21,51	1,026	37,08 36,96	36,45 36,95	14,5	0,6914	0,206
35	Gregor S... ff		61,8	10,62	6,169	12,4	18,57	0,9658	37,52 37,25	36,75	14,98	0,7791	0,242
		Nach einem Dampfbade von 40—55° C. Dauer 22 Min. (bei 50° C. 15 Min.)	60,9	23,39	13,90	14,1	28,0	1,474	37,32 37,18	37,08 36,85	20,95	1,103	0,344
		1 Stunde 30 Min. nach dem Dampfbade	61,7	10,78	6,266	15,15	21,42	1,115	37,4 37,51	36,68 36,53	27,05	1,408	0,438

Digitized by Google

in Form von Dämpfen an das Medium abgeben. Im Wannenbad ist diese kompensatorische Wärmeabgabe sehr beschränkt, der Organismus wird stark erhitzt und kann lediglich nach dem Bade die angehäufte Wärme durch Verdunstung abgeben.

Was den Gesamtverlust an Körpergewicht nach jeder dieser drei Arten von hydropathischen Prozeduren betrifft, so fanden wir nach Berechnung der Durchschnittswerte, dafs der Gewichtsverlust

nach einem Heifsluftbad . . 460 g
nach einem Wannenbad . . 550 »
nach einem Dampfbad . . . 575 »

beträgt.

Die beträchtliche Abnahme des Körpergewichts nach Dampfbädern steht im Widerspruch zu der allgemein geltenden Ansicht, dafs die Schweifsabsonderung durch Heifsluftbäder am besten gefördert würde. Vielleicht ist das Dampfbad, da es dem russischen Bade sehr ähnlich ist, für unsere Versuchspersonen eine gewohntere Anregung zur Schweifsabsonderung. Nach warmen Bädern von 31° R (siehe Versuch 25 und 28) kehrt der Organismus bereits 1 Stunde nach dem Bade zur Norm zurück. Im Versuch Nr. 25 erwiesen sich Wasserverdunstung und Wärmeabgabe als geringer, die Wärmeproduktion dagegen um 60% höher als vor dem Bade. Der Effekt der heifsen Bäder von kurzer Dauer unterscheidet sich kaum von dem prolongierter Bäder, ist natürlich aber viel schwächer.

Wenn das heifse Bad von sehr kurzer Dauer ist, so braucht der um zwei oder drei Zehntel-Grade erwärmte Organismus diese Erwärmung nicht durch Steigerung der Wärmeproduktion zu kompensieren, sie geht in solchem Falle durch Strahlung und Leitung verloren. Wenn wir die Daten bezüglich Wärmeabgabe, Wärmeproduktion, Körpertemperatur und Wasserverdunstung in der Vorperiode, während der Applikation heifser Bäder und in der Nachperiode zusammenstellen, können wir uns von der Bedeutung der beobachteten Schwankungen im Wärmehaushalt einen Begriff bilden. Während der Erwärmung findet — nach der

Digitized by Google

Ansicht einiger Autoren — (Kernig[1]), Liebermeister, Predtetschenski)[2]) eine Steigerung der Wärmeproduktion statt. Die Ergebnisse unserer freilich in geringer Zahl angestellten und nicht vollkommen exakten Beobachtungen widersprechen einer solchen Annahme nicht. Die Steigerung der Wärmeproduktion während des heifsen Bades kann man in folgender Weise erklären. Um sich vor Überwärmung zu schützen, greift der Organismus zu den gewöhnlichen Mitteln. Jedoch die intensive Anspannung der Atemmuskeln, die energische Tätigkeit der Schweifsdrüsen und die aktive Erweiterung der Gefäfse — alle diese physiologischen Vorgänge erfordern, damit sie in Aktion treten können, einen gewissen Aufwand von Energie und bilden in der Folge selbst Wärmequellen. Diese vom Organismus selbst erzeugte Wärme stellt ein Plus zu der von aufsen gelieferten Wärmemenge vor. Gewifs kann diese Steigerung der Wärmeproduktion nicht mit ihrem Anwachsen unter dem Einflufs von Kälte verglichen werden. Im ersten Fall beträgt sie selbst bei starker Übererwärmung nicht mehr als 20—35% (Predtetschenski), während sie unter dem Einflufs niedrigerer Temperaturen sich 13fach oder mehr vergröfsert. Unmittelbar nach dem Bad pflegt die Gröfse der Wärmeproduktion verschieden zu sein. In einigen Versuchen verringerte sich die Wärmeproduktion allerdings für kurze Zeit, doch in den meisten Fällen weist sie im Vergleich mit der Vorperiode eine Zunahme auf. Nach 2—2½ Stunden ist die Wärmeproduktion durchweg höher als die Norm. Aufserdem stellte ich fest, dafs der Rückgang der Wärmeproduktion gewöhnlich bei intensiver Erwärmung der Versuchsperson stattfindet.

Für die Schwankungen in der Gröfse der Wärmeproduktion haben wir die Erklärung wahrscheinlich in dem Temperatursinn des menschlichen Organismus zu suchen. Die Temperaturempfindungen werden dem Zentralnervensystem von der Peripherie aus durch besondere Nervenendigungen vermittelt, und zwar bestehen nach der heutigen Anschauung verschiedene End-

1) Dissertation, 1864.

2) Predtetschenski, Der Stoffwechsel bei Übererwärmung. Dissertation, Rufs., 1901.

Digitized by Google

organe für die Wärme und für die Kälte. Beim Verlassen des Bades gerät der Organismus unter den Einfluſs zweier Agentien. Einerseits wirkt die stark erhitzte Haut durch ihre Wärme gleichsam als Fortsetzung des heiſsen Bades, anderseits die Zimmerluft als kaltes Medium. Die wärme- und kälteempfindenden Endapparate vermitteln dem Zentrum ihre Reizempfindungen, und der Organismus reagiert auf diejenigen, deren Wirkung sich als stärker erweist. Angenommen, es sei das die Wirkung der Wärme Alle Mittel zur Verteidigung treten in Aktion. Es bleibt noch eine letzte Maſsnahme — die Wärmeproduktion für kurze Zeit herabzusetzen. Ist die Kälteempfindung mächtiger, so steigt bekanntlich die Wärmebildung. Nach Maſsgabe der Abkühlung der Haut, nach Maſsgabe der Entäuſserung der angehäuften Wärme wird die Wirkung der Kälte immer stärker, die Wärmeproduktion nimmt immer mehr zu und ist daher nach zwei Stunden stark erhöht. Natürlich muſs alles Gesagte lediglich als Annahme betrachtet werden, die sich allerdings durch groſse Wahrscheinlichkeit auszeichnet.

Die Wärmeabgabe ist begreiflicherweise stark erhöht, sowohl durch Verdunstung als durch Strahlung und Leitung. Es erübrigt noch, einige Worte in bezug auf die Duschen zu sagen. Über die Anwendung, Druck und Messungsmethode haben wir schon früher vorläufige Bemerkungen gemacht. Betrachten wir die Resultate unserer Versuche, so kommen wir zu folgenden Schlüssen. Eine Dusche mit starkem Druck oder ohne solchen von $1^1/_2$ oder 2 Min. Dauer erwärmt die Versuchspersonen weniger als heiſse Wannenbäder von gleicher Temperatur (siehe Versuch 43 mit dem heiſsen Bad und Versuch 47 mit heiſser Dusche, Tabelle VIII), hinsichtlich der Wärmeabgabe sind die Daten nach Douchen dieselben wie nach kurzen Wannenbädern. In einigen Fällen steigt die Wärmeproduktion, in anderen fällt sie. Die Widersprüche in den Angaben betreffs der Wärmeproduktion sind wahrscheinlich darauf zurückzuführen, daſs einerseits der Einfluſs der Erwärmung ziemlich schwach ist, anderseits bei dieser Prozedur eine Reihe von Nebenwirkungen, als: umgebendes Luftmedium, seine Feuchtigkeit, mechanischer Reiz des Wassers, Einfluſs energischer

Digitized by Google

Tabelle VIII.
Versuche 43 und 47.

Nr. d. Versuchs	Name Alter Wuchs	Bedingung des Versuchs	Gewicht in kg	Wasserdampf: Quant. d. ausgeschied. Dämpfe f. 15 Min. in g	Wasserdampf: Latente Wärme der Verdunstung	Wasserdampf: Anzahl d. Kalorien nach Angabe des Anemometers	Wärmeabgabe für 1/4 Stunde: Gesamte	Wärmeabgabe für 1/4 Stunde: auf 1000 qcm	Körpertemperatur: in recto	Körpertemperatur: in axilla	Wärmeproduktion für 1/4 Stunde: Gesamte	Wärmeproduktion für 1/4 Stunde: auf 1000 qcm
43	Alex. B.. ff	Nach dem Bade	78,7	12,7	7,4	11,4	18,8	0,83	37,36 37,18	36,7 36,48	7,04	0,31
		Nach einem Bade von 35,6° R. Dauer 2 Min.	78,55	22,59	13,1	10,35	23,5	1,042	37,13 37,03	36,69 36,58	19,6	0,87
		1½ St. nach dem Bade von 35° R. 2 Min.	—	15,67	9,1	12,1	21,2	0,94	37,0 37,08	36.815 36,46	26,416	1,171
47	Alex. B.. ff Subj. Nr. 2	Vor der Dusche	79,1	14,81	8,606	11,3	19,906	0,8792	37,21 37,23	36,6 36.4	18,595	0,6776
		Nach der douche mobile 36° R (45° C) 2 Min Manometerdruck, 45 Pf wahr. Druck auf d qcm	78,8	16,84	9,4	12,0	21,7	0,9578	37,19 37,07	36,47 36,36	18,9	0,6158
		1½ Std. nach der Dusche	—	15,57	9,046	13,5	22,546	0,9972	37,4 37,18	36,6	12,0	0,53

Bewegungen unter der Dusche u. a. hinzukommen. Der Wirkungsgrad jeder einzelnen dieser Ursachen ist in jedem Einzelfalle verschieden, der Organismus reagiert nur auf die Summe aller dieser manchmal entgegengesetzten Agentien, daher darf man keine besondere Konsequenz in den Veränderungen der Wärmeproduktion erwarten.

Resumieren wir die Resultate unserer Untersuchungen über die Wirkung heifser Prozeduren auf den Wärmehaushalt in der Nachperiode, so kommen wir zu folgenden Schlüssen:

Die Wärmeabgabe ist unmittelbar nach heifsen Prozeduren erhöht; ihre Steigerung hängt sichtlich vom Grad der Erwärmung ab.

Die Wasserverdunstung ist deutlich gesteigert (mitunter ins Doppelte und Dreifache im Vergleich

Digitized by Google

mit der Norm) und stellt die Ursache der Steigerung der Wärmeabgabe vor. Nach der Periode gesteigerter Verdunstung folgt nicht selten eine unerhebliche Abnahme der Wasserverdunstung im Vergleich mit der Vorperiode.

Die während der Erwärmung gesteigerte Körpertemperatur fällt in der Nachperiode, zuerst rasch, dann allmählich, nicht selten im Laufe von zwei Stunden. Vor der sekundären Steigerung ist sie manchmal niedriger als vor dem Bade. Die gewöhnliche Differenz zwischen Axillar- und Rektaltemperatur (0,5°) ist in der ersten Zeit nach dem Bade erhöht. Die Wärmeproduktion fällt manchmal unmittelbar nach dem Bade, jedoch häufiger steigt sie. Mäfsige Erwärmung hat stets eine gesteigerte Wärmeproduktion zur Folge. Nach einiger Zeit (1 bis 2 Stunden) ist sie in allen Fällen höher als vor dem Bad. Wärmeabgabe und Wasserverdunstung gehen nach Duschen nach den allgemeinen Gesetzen von statten. Die Daten betreffs der Wärmeproduktion bei Duschen entsprechen diesen Gesetzen nicht.

Die Bäder von 28° R (35° C) bilden eine besondere Gruppe, die der sog. thermisch-indifferenten Bäder.

A priori könnte man erwarten, dafs nach diesen Bädern keine gleichartigen Veränderungen im Wärmehaushalt erhalten werden.

Die ersten Versuche, die mit diesen Bädern angestellt wurden, erbrachten die Bestätigung unserer Annahme. Es erwies sich, dafs die Wirkung des sog. thermisch-indifferenten Bades vollständig von den individuellen Eigenschaften der zu Untersuchenden, ihrer Gewöhnung an diese oder jene Aufsentemperatur, ihrer Ernährung usw. abhängt.

So z. B. hat Chw...skij, Badewärter im Hospital, beständig mit warmem Wasser zu tun, hält sich in warmen, geheizten Räumen auf und ist daher in gewissem Grade an Kälte nicht

Digitized by Google

gewöhnt. Obgleich das indifferente Bad, das ihm verabfolgt wurde, eine Temperatur von über 28° R (35° C) hatte, erwies es sich für ihn als kühles Bad. Die Wärmeabgabe nach dem Bade war herabgesetzt, ebenso die Wasserverdunstung, und das Versuchsobjekt empfand ein Gefühl von Kälte.

Zwei andere Personen, an denen Untersuchungen über die Wirkung indifferenter Bäder angestellt wurden, waren Gewerbetreibende, der eine Droschkenkutscher, der andere Strafsenhändler. Beider Beruf beweist, dafs sie an Kälte gewöhnt waren. Tagsüber hielten sie sich auf der Strafse auf, die Nächte brachten sie im Nachtasyl zu, wo sie erkrankten. Beiden schien ein Wannenbad von 28° warm und sehr angenehm. Als objektiver Beweis dafür können die kalorimetrischen Daten dienen. Angesichts dieser Resultate glaubte ich, nicht längere Zeit auf die Anstellung von Versuchen mit indifferenten Bädern verwenden zu müssen, in der Annahme, dafs Wannenbäder von 28° R auf einige Personen die Wirkung kühler Bäder, auf andere die lauer ausüben.

Der Wärmehaushalt bei Fieberkranken nach kalten Bädern.

Die Untersuchungen über die Wirkungen hydropathischer Prozeduren auf den Wärmehaushalt Fieberkranker beziehen sich fast ausschliefslich auf kalte Bäder. Warme und heifse Prozeduren wurden in dieser Hinsicht fast gar nicht berücksichtigt. Es liegt das hauptsächlich an dem Umstande, dafs warme Prozeduren bei Fieberkranken relativ selten zur Anwendung kommen. Das Studium der Wirkung kalter Bäder auf den Wärmehaushalt Fieberkranker begann schon vor längerer Zeit, wohl gleichzeitig mit den Untersuchungen an Gesunden. Die ersten Forschungen fallen in jene Zeit, als kalte Prozeduren bei Fieberkranken, besonders in Typhusfällen, larga manu angewendet wurden. Damals verordneten Ärzte, wie z. B. Juergensen und Brand, den Typhuskranken in 24 Stunden 6—11 Bäder von ca. 16°. Die Untersuchungen über den Wärmehaushalt bei Fieberkranken während der Anwendung sehr kalter Bäder ergaben folgende Resultate. Zunächst erwies es sich, dafs die Wärmeregulierung im fiebernden Organismus nach denselben Gesetzen von statten

Digitized by Google

geht wie bei Gesunden (Liebermeister, Wahl[1]), Tschesnokow.[2]) Der Unterschied besteht darin, dafs die Wärmeregulierung bei diesen Kranken auf eine höhere Ziffer eingestellt ist, die der fiebernde Organismus beinahe ebenso beharrlich konstant zu erhalten sucht wie der gesunde.

Bei gleichen Differenzen zwischen den Temperaturen des Körpers und des Badewassers verliert der Fieberkranke mehr Wärme als der Gesunde, produziert aber weniger als dieser. Demnach ist der wärmeentziehende Effekt kalter Bäder bei Fieberkranken gröfser als bei Gesunden. Die betreffenden Ziffern kann man bei Liebermeister finden, auch sind sie im Kursus der allgemeinen Therapie von Prof. M. W. Janowski angeführt.

Von den uns interessierenden Erscheinungen der Nachperiode wurde nur das Verhalten der Temperatur beobachtet. Nach Wahl hängt der wärmeentziehende Effekt des kalten Bades auch von dem Stadium des Fiebers ab, in dem das Bad verabreicht wird. Ein kaltes Bad im Stadium acme entzieht weit weniger Wärme als dasselbe Bad bei gleicher Körpertemperatur während der Remissionen im Stadium decrementi. Aufserdem fand Liebermeister, dafs der Effekt zweier kalter Bäder von bestimmter Dauer viel bedeutender ist als der eines einmaligen Bades von doppelt so langer Dauer.

Was nun die Wirkung des kalten Bades speziell auf den Fieberprozefs betrifft, so wurde von den früheren Autoren der antithermische Wert derselben in den Vordergrund gerückt. Da sie die gröfste Gefahr für den Organismus in der Steigerung der Körpertemperatur sahen, glaubten sie dem über die Norm hinaus erwärmten Organismus die überschüssige Wärme entziehen zu müssen. Daraus erklärt sich ihre Vorliebe für wärmeentziehende Heilmethoden.

In letzter Zeit haben einige Gelehrte, darunter Botkin, ihr Augenmerk hauptsächlich auf den gesteigerten Wärmeumsatz während der Anwendung kalter Bäder gerichtet. Von der Ansicht ausgehend, dafs der Oxydationsprozefs während des Fiebers

1) Wahl, Petersburger med. Zeitschr., 1867.
2) Tschesnokow, Dissert., St. Petersburg, 1876.

Digitized by Google

zwar gesteigert ist, aber dennoch sehr viele unvollständig oxydierte Produkte zurückbleiben, die auf die kälteempfindenden Nervenzentren unnormal wirken, nahmen sie an, dafs das kalte Bad eine vollständigere Verbrennung der nichtoxydierten Produkte fördert. Zu Versuchen an Fieberkranken wählten wir hauptsächlich Fälle von Abdominaltyphus und Rekurrens. Wir verglichen die Veränderungen im Wärmehaushalt während des Fieberstadiums und im fieberfreien Stadium unter dem Einfiusse von Bädern von gleicher Dauer und Temperatur. Um den Einflufs von Quantität und Qualität der Speisen auszuschliefsen, wurde den Rekonvaleszenten und den Gesunden am Tage vor dem Versuche dieselbe Nahrung verabfolgt wie während der Krankheit. Die Tageszeit war bei den Untersuchungen dieselbe wie bei den Gesunden.

Die Untersuchungen wurden mit Bädern von 23° R (29° C) und 28° R (35° C) ausgeführt. Betrachten wir zunächst die erstgenannten Bäder (23°). Die Dauer derselben betrug 13—15 Min. Diese Bäder erwiesen sich nicht nur bei Fieberkranken, sondern auch bei Gesunden als intensiv kalte Prozeduren. Um den beträchtlichen Wärmeverlust während dieser Bäder zu kompensieren, mufste der Organismus eine exzessive Wärmemenge entwickeln. Die Wirkung einer solchen gesteigerten Wärmebildung einerseits und energische Wärmeentziehung durch das kalte Bad anderseits veränderten den Wärmezustand des Organismus auf verschiedene Weise.

In einigen Fällen konnten wir bekannte Erscheinungen beobachten. Der Wärmeverlust durch Wasserverdunstung und die Wärmebildung sanken prompt unmittelbar nach der Prozedur, d. h. in der Periode der primären Nachwirkung. Nach einiger Zeit glich sich dieses Fallen aus. Manchmal beobachtete man in der Periode der sekundären Nachwirkung eine Steigerung der Produktion. Als Beispiel führen wir folgende zwei Versuche an s. Tabelle IX).

(Siehe Tabelle IX auf S. 357 und IX a auf S. 358.)

Digitized by Google

Tabelle IX.

Diagnose: Ileo-Typhus																
Fedor M... woi, 24 Jahre alt, Soldat				Bad von 29° C (23° R)												
Körpergew. in kg	Körperfläche in 1000 qcm	Periode der Krankheit	Bedingungen der Kalorimeter-Beobachtung	Gesamte Wärmeabgabe in Kal. für 15 Min.	Differenz	Gesamte Wärmeproduktion in Kal. für 15 Min.	Differenz	Menge der abgegebenen Dämpfe für 15 Min.	Differenz	Körpertemperatur in recto	Differenz	Körpertemperatur in axilla	Differenz	Anmerkungen
64	1,95	11. Tag	Vor dem Bade	25,85		36,78		12,67		39,08		38,6		[1] 20 Min. nach dem Bade. [2] 50 Min. nach dem Bade (fror im Bad, doch nicht stark).
					— 6,45		— 15,88		— 3,07		— 0,58		— 2,0	
		Remissionen	Nach dem Bade	19,4		20,9		9,6		38,5[1] 37,83[2]	— 1,26	36,6[1] 36,8[2]	— 1,8	
63,8	1,96	Fieberfreie Periode 7 Tage, normale Temperatur	Vor dem Bade	19,79		19,75		11,26		37,3		36,65		[1] 20 Min. nach dem Bade. [2] 50 Min. nach dem Bade.
					— 2,73		— 5,34		— 2,55		— 0,58		— 1,2	
			Nach dem Bade	17,06		14,41		8,71		36,72[1] 36,3[2]	— 1,0	35,45[1] 35,8[2]	— 0,85	

Digitized by Google

Tabelle IXa.

Diagnose: Ileo-Typhus

Michael K . . . n, 24 Jahre alt, Soldat

Bad von 29° C (23° R). Dauer 13 Min.

Körpergew. in kg	Körperfläche in 1000 qcm	Periode der Krankheit	Bedingungen der Kalorimet.-Beobachtung	Gesamte Wärmeabgabe in Kal. für 15 Min.	Differenz	Gesamte Wärmeproduktion in Kal. für 15 Min.	Differenz	Menge der ausgeschied. Harns in ccm für 15 Min.	Differenz	Körpertemperatur in recto	Differenz	Körpertemperatur in axilla	Differenz	Anmerkungen
52	17,14	Schweres Rezidiv, Periode acme	Vor dem Bade	20,43		15,25		8,346		39,8		39,38		[1] 20 Min. nach dem Bade.
					— 3,2		*+ 2*		*0*	39,48[1]	*— 0,32*	37,8[1]	*— 1,58*	[2] 80 Min. nach dem Bade.
			Nach dem Bade	17,23		17,25		8,346		39,13[2]	*— 0,67*	38,5[2]	*— 0,88*	Nach dem Bade heftiger Schauer.
50,2	16,74	Gegen Ende des schweren Rezidivs	Vor dem Bade	19,38		13,5		10,16		39,62		39,2		[1] 35 Min. nach dem Bade.
					— 6,67		*— 0,83*		*— 4,62*	38,78[1]	*— 0,84*	38,4[1]	*— 0,8*	[2] 1 Std. 10 Min. nach dem Bade.
			20 Min. nach dem Bade	12,71		12,67		5,54		38,75[2]	*— 0,87*	38,55[2]	*— 0,65*	[3] 2 Std. 25 Min. nach dem Bade.
					— 3,18		*+ 7,27*		*— 3,69*	39,1[3]	*— 0,52*	38,7[3]	*— 0,5*	
			1½ Std n. d. Bade	16,2		20,77		6,47						
56,5	18,17	Periode der vollständigen Genesung 3 Wochen normale Temp.	Vor dem Bade	23,41		16,34		11,74		37,28		37,2		[1] 20 Min. nach dem Bade.
					— 3,0		*— 0,13*		*— 1,0*	37,28[1]	*0*	37,25[1]	*+ 0,05*	[2] 50 Min. nach dem Bade.
			Nach dem Bade	20,41		16,21		10,74		36,86[2]	*— 0,42*	36,54[2]	*— 0,66*	[3] 2 Std. 25 Min. nach dem Bade.
					— 1,167		*— 3,724*		*+ 0,04*	37,05[3]	*— 0,23*	36,78[3]	*— 0,42*	
			1 St. 50 M. nach dem Bade	22,243		12,616		11,78						

Digitized by Google

Diese beiden Versuche, von denen der eine im Stadium acme des Fieberprozesses, der andere im Stadium der Entfieberung angestellt wurde, ergaben in bezug auf den Charakter der Veränderung gleichartige, doch in bezug auf den Grad derselben verschiedene Resultate.

Alle Daten des Fieberstadiums weisen höhere absolute Werte auf als die Daten der Norm. Der Abfall der Temperatur, der Wärmeabgabe, der Wasserverdunstung und die starke Abnahme der Wärmeproduktion sind unmittelbar nach dem Bade zu konstatieren. Im Stadium des Fiebers sind alle diese Erscheinungen bedeutend schwächer ausgedrückt. Beachtung verdient der Umstand, dafs die Gröfse der Wärmeabgabe, Wärmeproduktion und Wasserverdunstung bedeutend höher ist als während der Norm. Ganz analoge Erscheinungen finden wir auch beim zweiten Kranken (Ileo-Typhus).

Der erste Versuch wurde im Stadium acme angestellt. Nach dem Bade beobachten wir beim Kranken heftigen Schauer, der, wie es schien, statt der gewöhnlichen Verminderung ein Steigen der Wärmeproduktion zur Folge hatte. Der zweite Versuch wurde gegen Ende eines Rezidivs angestellt, als das Fieber schon einen etwas schwächeren Charakter hatte. Die primäre Nachwirkung des Bades war deutlich zu konstatieren. Nach der Abnahme stieg die Wärmeproduktion in der Periode der sekundären Nachwirkung wiederum, wie wir es oft bei Gesunden gesehen hatten. Der dritte Versuch wurde an M...k angestellt, als er sich vollständig erholt hatte, und kann als Versuch am Gesunden gelten.

Die zweite Gruppe der Versuchsobjekte unterscheidet sich von der ersten.

Nachstehend einen Versuch dieser Gruppe.

Alexis Tsch... ko (Tabelle XS. 360), Bauer, wurde am 15. Tag zum ersten Male untersucht. Ein Bad von 23° R und 15 Min. Dauer vertrug er gut. Die Veränderungen im Wärmehaushalt waren wie gewöhnlich. Der zweite Versuch wurde nach zwei Wochen zu Beginn der fieberfreien Periode angestellt. Der Kranke

Digitized by Google

Tabelle X.

Diagnose: Ileo-Typhus

Alexis Tsch .. ko, 28 Jahre alt, Arbeiter				Bad von 29° C (23° R). Dauer 13 Min.										
Körpergew. in kg	Körperoberfläche in 1000 qcm	Periode der Krankheit	Bedingungen der Kalorimetr.-Beobachtung	Gesamte Wärmeabgabe in Kal. für 15 Min.	Differenz	Gesamte Wärmeproduktion in Kal. für 15 Min.	Differenz	Menge der ausgeschiedenen Dämpfe für 15 Min.	Differenz	Körpertemperatur in recto	Differenz	Körpertemperatur in axilla	Differenz	Anmerkungen
52	17,14	Acme 2 Wochen krank	Vor dem Bade	28,95	— 8,95	27,66	— 4,64	15,7	— 5,84	39,3	— 1,6	38,2	— 1,67	[1] 20 Min. nach dem Bade [2] 50 Min. nach dem Bade. [3] 3 Std. nach dem Bade. Vertrug d. Bad gut.
			Nach dem Bade	20,0	— 4,7	23,02	— 10,35	9,86	— 6,3	37,7[1]	— 1,92	36,52	+ 0,14	
			2 St. 15 M. nach dem Bade	24,25		17,31		9,4		37,38[2] 38,74[3]	— 0,56	38,34		
48,6	16,38	3 Tage fieberfrei. Eine Mittelohrentzünd. unmittelbar vorher durchg.	Vor dem Bade	21,05	— 3,12	17,02	— 11,19	10,59	— 2,13	37,0	— 1,3	36,1	— 1,0	Zeit d. Temperaturmessung dieselbe wie im vorhergehend. Versuch. Fror im Bad. Zittert.
			Nach dem Bade	17,93	— 2,89	5,83	+ 5,61	8,46	— 2,68	35,7	— 1,6	35,1	— 1,2	
			2 St. 15 M. nach dem Bade	18,16		22,63		7,91		35,4 36,4	— 0,6	34,9 36,0	— 0,1	
54	17,6	Genesen. Fiebert seit einem Monat nicht mehr	Vor dem Bade	23,28	— 0,22	17,808	+ 29,66	14,78	— 6,42	37,15	— 1,75	36,3	— 1,1	Temperaturmessung wie vorher. ›Spürte gar keine Kälte‹ im Bad.
			Nach dem Bade	23,06	+ 0,83	47,47	+ 20,152	8,36	— 3,1	35,4 36	— 1,15	35,2 35,5	— 0,8	
			2 St. 15 M. nach dem Bade	24,11		37,96		11,68		37,18	+ 0,03	36,44	+ 0,14	

Digitized by Google

war damals noch schwach, während des Fiebers hatte er viel an Gewicht verloren. Im Bade fror er, obwohl wir keinen starken Schauer beobachteten. Der Wärmehaushalt wies nach dem Bade keine aufsergewöhnlichen Erscheinungen auf. Die absoluten Werte der Differenzen sind geringer als im ersten Versuch. Die Wärmeproduktion der Periode der sekundären Nachwirkung übersteigt die Norm. Es verging ein Monat, der Kranke wurde kräftiger, sein Gewicht nahm um ein Beträchtliches zu. Er schien normal zu sein. Die Untersuchung seines Wärmehaushaltes nach dem Bad ergab eine sehr unbedeutende Verringerung der Wärmeabgabe und eine enorme Wärmeproduktion unmittelbar nach dem Bade. In diesem »spürte« Patient »fast gar keine Kälte« (siehe Tabelle). In diesem Falle sind die Daten der Wärmeproduktion bemerkenswert. Aus den vorhergehenden Versuchen mit Gesunden sahen wir, dafs die Wärmeproduktion unter dem Einflufs kalter Bäder in der Periode der primären Nachwirkung sinkt. In diesem Fall ist aber das Gegenteil zu beobachten. Wenn die Wärmeproduktion in der Nachperiode gesteigert ist, während der Kranke Schüttelfrost hat und vor Kälte zittert — so ist das die gewohnte Erscheinung, doch wir konstatierten hier eine Steigerung der Wärmeproduktion bei einer schon gesunden Person einen Monat nach der Krankheit, als sie schon vollständig zu Kräften gekommen war. Patient erklärt, dafs das Bad ihm viel weniger kalt schien als früher, und dafs er keinen Schüttelfrost gefühlt habe. Diese Tatsache, die wir auch bei anderen Personen beobachten konnten, ist nicht leicht zu erklären. Möglicherweise kommt hier der Einflufs reichlicherer Nahrung zur Geltung, vielleicht aber haben diese Personen, da sie im Laufe der Krankheit sehr oft Bäder erhielten, die für sie kühl waren, allmählich in sich die Fähigkeit entwickelt, der Kältewirkung zu widerstehen. In diesem Falle haben wir es mit einer Art von Trainierung zu tun. In diesem Sinne ist es interessant, den Gang der Rektaltemperatur bei diesen Personen und dem Versuchsobjekt der ersten Gruppe Nr. 1, das nicht fiebert, jedoch nach Typhus mit einem Rezidiv noch nicht ganz kräftig ist, zu vergleichen.

Digitized by Google

	Alexis Tsch...ko Tabelle X in recto	Fedor M...woi Tabelle IX
Vor dem Bade . . .	37,15	37,3
20 Min. n. d. Bade . . .	35,4	36,72
35 » » » . . .	35,5	—,—
50 » » » . . .	36,0	36,3
2 Std. 15 » » » . . .	36,85	—,—
2 » 45 » » » . . .	37,0	
3 » » » . . .	37,18	

Nach einem Bad von gleicher Temperatur und gleicher Dauer begann bei Al. Tsch...ko die Rektaltemperatur schon nach 35 Min. zu steigen, während sie bei Fedor M... woi noch 50 Min. nach Schluſs des Versuches anhaltend fiel.

Betrachten wir noch eine Tatsache, die in der Tabelle XI deutlich zutage tritt.

Beim Vergleichen der Veränderungen im Wärmehaushalt nach Bädern im Stadium acme mit den Veränderungen nach einem ähnlichen Bad im Stadium decrementi fällt es auf, daſs der Effekt des Bades während der acme des Fiebers sich viel schwächer äuſsert als im Stadium decrementi.

Auſser den oben beschriebenen Bädern wurden bei den Fieberkranken Bäder von 28° R und 15 Min. Dauer angewendet. Solche Bäder üben auf die Fieberkranken die Wirkung kalter Prozeduren aus, — wie aus folgender Tabelle hervorgeht. — obgleich nach der Genesung dieselben Personen auf solche indifferente Bäder wie auf warme reagieren.

Mit warmen Prozeduren wurden an Fieberkranken keine systematischen Beobachtungen angestellt. Die Versuche mit heiſsen Bädern beweisen, daſs die Wirkung heiſser Bäder auf den Fieberkranken in der Nachperiode denselben Charakter hat wie bei Gesunden. Sodann, was den Wärmehaushalt unabhängig vom Bad betrifft, so können wir ohne auf Einzelheiten einzugehen, sagen, daſs sowohl Wärmeproduktion als Wärmeabgabe bei unseren Fieberkranken unter gewöhnlichen Verhältnissen höher

Digitized by Google

Tabelle XI.

Diagnose: Ileo Typhus

Alexis M...w, 24 Jahre alt, Kosak				Bad von 29° C (23° R). Dauer 11 Min.										
Körpergew. in kg	Körperfläche in □qm	Periode der Krankheit	Bedingungen der Kalorimeter-Beobachtung	Gesamte Wärmeabgabe in Kal. für 15 Min.	Differenz	Gesamte Wärmeproduktion in Kal. für 15 Min.	Differenz	Menge der ausgeschiedenen Harn für 15 Min.	Differenz	Körpertemperatur in rectio	Differenz	Körpertemperatur in axilla	Differenz	Anmerkungen
70,8	21,05	Stadium acme	Vor dem Bade	24,4		32,04		13,5		39,18		38,37		[1]) 20 Min. nach dem Bade.
					— 2,2		— 2,2		— 1,56	38,46[1])	— 0,72	36,37[1])	— 2,0	[2]) 50 Min. nach dem Bade.
			Nach dem Bade	22,2		29,84		11,94		38,48	— 0,7	37,485[2])	— 0,885	
66	20,1	Stadium decrementi	Vor dem Bade	25,73		35,33		11,44		39,0		38,43		[1]) 20 Min. nach dem Bade.
					— 6,3		— 10,25		— 0,68	38,2[1])	— 0,8	37,1[1])	— 1,33	[2]) 50 Min. nach dem Bade.
			Nach dem Bade	19,43		25,08		10,76		38,2[2])	— 0,8	37,75[2])	— 0,68	[3]) 2 Std. 25 Min. nach dem Bade.
					— 4,1		+ 3,2		— 1,61	38,7[3])	— 0,3	38,1[3])	— 0,33	Fühlt sich noch schwach.
			1 St. 50 M. nach dem Bade	21,63		38,53		9,83						
65,6	20	9. Tag Temperatur normal	Vor dem Bade	22,57		17,3		9,677		37,8		36,95		[1]) 20 Min. nach dem Bade.
					— 2,32		+ 7,44		— 1,066	36,8[1])	— 1,0	36,15[1])	— 0,8	[2]) 50 Min. nach dem Bade.
			Nach dem Bade	20,25		24,77		8,611		36,98[2])	— 0,82	36,23[2])	— 0,72	[3]) 1 Std. 50 Min. nach dem Bade.
					— 3,1		+ 3,02		— 1,6	37,4[3])	— 0,4	36,65[3])	— 0,3	Fror, doch nicht stark.
			1 St. 50 M. nach dem Bade	19,47		20,32		8,077						

Digitized by Google

sind als bei denselben Personen im normalen Zustand. Die Menge der Dämpfe überschreitet nicht die Grenzen der Norm.

Auf Grund eigener Beobachtungen über den Wärmehaushalt Fieberkranker nach hydropathischen Prozeduren erlauben wir uns folgende Schlüsse zu ziehen:

Der Wärmehaushalt Fieberkranker nach hydropathischen Prozeduren unterliegt im allgemeinen denselben Gesetzen wie bei Gesunden.

Auf die Veränderungen im Wärmehaushalt nach dem Bade hat das Stadium des Fieberprozesses grofsen Einflufs. So z. B. bewirkt das Stadium acme eingreifende Veränderungen im Gang sowohl der Wärmeproduktion als auch der Wärmeabgabe, indem es die Wirkung des Bades beeinträchtigt. Im Stadium decrementi hat ein kaltes Bad den gröfsten Effekt.

Digitized by Google

Über den Einfluſs künstlicher Stoffwechselalterationen auf die Produktion der Antikörper.

(Ausgeführt mit Unterstützung der Kaiserl. Akademie der Wissenschaften in Wien.)

Von

Privatdozent Dr. **Paul Th. Müller,**
Assistent am Institute.

(Aus dem hygienischen Institut der Universität Graz.)

I. Einleitung.

Die Produktion der Antikörper, wie sich dieselbe an die Resorption der verschiedenartigsten Antigene anschliefst, stellt zweifellos eine Schutz- und Abwehrreaktion des Organismus dar, welche dahin abzielt, die aufgenommenen körperfremden Substanzen in irgend einer Form unschädlich zu machen, sei es, dafs es sich hierbei um eine Entgiftung toxischer Stoffe, um eine Vernichtung und Abtötung lebender Krankheitskeime oder um eine Fällung und Koagulation löslicher eiweifsartiger Substanzen handelt. Dieses Auftreten wirksamer Stoffe im Blute und in den Geweben vermag nun nicht nur dem betreffenden Organismus eine erhöhte Widerstandsfähigkeit, eine Immunität gegenüber den in Rede stehenden Krankheitserregern und Giftstoffen zu verleihen, derart, dafs derselbe von einer zweiten Erkrankung verschont bleibt, sondern wir werden mit Rücksicht auf die grofse Schnelligkeit, mit welcher die Entstehung der Antikörper — oft im Verlaufe weniger Stunden oder Tage nach der Resorption der betreffenden Antigene — einsetzt, wohl

Digitized by Google

die berechtigte Annahme machen dürfen, daſs dieselbe bereits der ersten Infektion bzw. Intoxikation zugute kommen wird, und daſs dieselbe daher aufs innigste mit den Heilungsvorgängen zusammenhängen dürfte, welche sich an die gesetzten Schädigungen anschlieſsen.

So hat man besonders bei jenen Infektionskrankheiten, welche, wie die Pneumonie, einen kritischen Ausgang zu nehmen pflegen, das Eintreten dieser Krisis mit der massenhaften Produktion von Schutzstoffen in Beziehung gebracht, welche gerade um diese Zeit das Blut überschwemmen sollen, und man wird jedenfalls, auch wenn man die Vorstellung nicht vollkommen teilen sollte, doch zugeben können, daſs die Geschwindigkeit und Intensität, mit welcher die genannte heilsame Reaktion erfolgt, von gröſster Bedeutung für den ganzen Verlauf des Infektionsprozesses sein dürfte.

Von diesem Gesichtspunkte ausgehend, legte ich mir nun die Frage vor, ob es möglich sei, die Fähigkeit des Organismus, auf die Einverleibung bakterieller Substanzen mit der Produktion von Antikörpern zu reagieren, durch irgendwelche Eingriffe in das normale Stoffwechselgetriebe zu beeinflussen, entweder zu steigern oder aber herabzusetzen.

Mit Rücksicht auf die oben dargelegten Erwägungen wurden hierbei solche Einwirkungen und Eingriffe auf den Organismus ausgewählt, von welchen nach andern Versuchen oder nach praktischen Erfahrungen feststand, daſs dieselben nicht nur den Verlauf von Infektionskrankheiten im günstigen oder auch im ungünstigen Sinne zu beeinflussen vermögen, sondern daſs dieselben direkt auch die Empfänglichkeit für die betreffenden pathogenen Mikroorganismen zu erhöhen oder vermindern imstande sind.

Ich habe bereits in einer früheren Arbeit[1]) über einige in dieser Richtung angestellte Versuche berichtet, und möchte mir hier der Vollständigkeit halber nur gestatten, das wesentliche

1) Centralbl. f. Bakt., 1903.

Digitized by Google

Ergebnis derselben an der Hand der nebenstehenden tabellarischen Zusammenstellung kurz zu resumieren.

Hungerversuche (Taube).

H = Hunger, C = Kontrolle.

Bact. typhi » pyocyaneus		Bac. dysenteriae Vibrio Metschnikoff Bac. proteus		
$H > C$	$H < C$	$H < C$	$H = C$	$H > C$
$H > C$		$H < C$	$H = C$	$H > C$
$H > C$		$H < C$		
$H > C$		$H < C$		
$H > C$		$H < C$		
$H > C$		$H < C$		
$H > C$		$H < C$		
$H > C$		$H < C$		
$H > C$		$H < C$		
Durchschnittl. Verhältnis $\frac{H}{C}$		$H < C$	Durchschnittl. Verhältnis $\frac{C}{H}$	
$\frac{H}{C} = 3{,}2$		$H < C$	$\frac{C}{H} = 4{,}6$	
		$H < C$		

Der Zweck dieser Experimente war, den Einfluſs der Nahrungsentziehung auf die Antikörperproduktion der Tauben festzustellen. Zur Immunisierung wurden bei denselben fünf verschiedene Bakterienarten verwendet, nämlich Bact. typhi, pyocyaneum, Bac. dysenteriae, Vibrio Metschnikoff und Bac. proteus. In der genannten Tabelle findet sich nun angegeben, ob bei dem betreffenden Einzelversuche der Agglutinationswert des Serums bei dem Hungertiere (H) gröſser, gleich oder kleiner war als bei dem entsprechenden Kontrolltiere (C). Beispielsweise bedeutet also $H > C$, daſs das Blutserum des Hungertieres in dem vorliegenden Versuche die zur Immunisierung verwendeten Bakterien noch in höherer Verdünnung agglutinierte als das Serum des dazu gehörenden Kontrolltieres.

Ein Blick auf die Tabelle lehrt nun ohne weiteres, daſs die gesamten Versuche sich nach der Art der zur Injektion dienenden Mikroorganismen in zwei Gruppen sondern. Die eine dieser

Digitized by Google

beiden Gruppen, welcher Bact. typhi und Bact. pyocyaneum angehören, ist dadurch charakterisiert, daſs die Hungertauben fast stets (9 mal unter 10 Versuchen) mehr Agglutinine produziert hatten als ihre Partner; die andere Gruppe hingegen, welche den Dysenteriebazillus, Proteus und Vibrio Metschnikoff enthält, zeigte genau das entgegengesetzte Verhalten. Hier war unter 17 Versuchen 13 mal der Agglutinationstiter bei den Kontrolltieren gröſser als bei den Hungertieren, 2 mal bestand kein Unterschied, und nur 2 mal zeigte sich $H > C$.

Dieselbe Differenz äuſsert sich auch in dem Durchschnittswerte des Quotienten $\frac{H}{C}$ bzw $\frac{C}{H}$[1]). Bei der ersten Gruppe der Versuche ist $\frac{H}{C}$ ungefähr gleich 3, bei der zweiten Gruppe hingegen ist das Reziproke dieses Quotienten, also $\frac{C}{H}$, gleich 4,6.

Der Schluſs, den wir in der oben zitierten Arbeit aus diesen Versuchen gezogen haben, ging dahin, daſs die Nahrungsentziehung die Produktion der Agglutinine sehr wesentlich zu beeinflussen vermag, daſs jedoch die Richtung, nach welcher sich dieser Einfluſs äuſsert, von der Art der einverleibten Bakterienspezies abhängig erscheint. So hatte unsere erste Gruppe von Versuchen eine Vermehrung der Agglutininproduktion, unsere zweite Gruppe eine Verminderung derselben unter dem Einfluſs der Nahrungsentziehung erkennen lassen.

Die vorliegende Mitteilung sucht nun, diese Versuchsergebnisse, die wir hier kurz und summarisch wiedergegeben haben, nach verschiedenen Richtungen zu erweitern und zu ergänzen, indem eine ganze Reihe anderer Einwirkungen auf den Stoffwechsel des Organismus in den Kreis der Betrachtung einbezogen wurde. Diese Einwirkungen sind:

I. die besondere Art der Ernährung;
II. die Vergiftung mit Phloridzin;

1) Bezüglich der Art der Berechnung dieser Quotienten vergleiche die Anmerkung im folgenden Abschnitte!

Digitized by Google

III. die Vergiftung mit Alkohol;
IV. die Vorbehandlung mit intraperitonealen Aleuronatinjektionen;
V. die Vorbehandlung mit intravenösen Injektionen von zimmtsaurem Natron (Hetol).

Wir wollen unsere Experimente in der Reihenfolge, welche durch diese Aufzählung gegeben ist, besprechen, und am Schlusse jeder dieser Abschnitte, so weit dies überhaupt möglich ist, das Fazit aus denselben zu ziehen suchen.

II. Einfluſs der Art der Ernährung.

Über den Einfluſs der Art der Ernährung auf die Widerstandsfähigkeit des Organismus gegenüber den Infektionskrankheiten ist nur sehr wenig bekannt. Zwar weiſs man, daſs eine wenig abwechslungsreiche, mit geringer Sorgfalt zubereitete, eiweiſsarme Kost, wie sie häufig in Gefangenhäusern und ähnlichen Anstalten gereicht wird, den Ernährungszustand der betreffenden Individuen sehr bedenklich zu verschlechtern vermag und die Empfänglichkeit für Krankheitserreger, speziell für den Tuberkelbazillus, ganz enorm erhöht. Da jedoch in solchen Fällen neben der unzureichenden Ernährung noch eine groſse Zahl anderer in demselben Sinne wirkender Schädlichkeiten, wie Mangel an körperlicher Bewegung, an Licht und Luft, ungünstige Wohnungsverhältnisse, endlich auch psychische Einflüsse mit ins Spiel kommen, so ist es unmöglich, die Rolle eines einzelnen dieser Faktoren gesondert zu betrachten, und es vermögen uns somit derartige Erfahrungen mit Rücksicht auf die obige Fragestellung doch nur recht unsichere und sehr allgemein gehaltene Aufschlüsse zu geben. Auch was den vielfach behaupteten Zusammenhang zwischen der animalischen oder vegetabilischen Ernährungsweise des Menschen mit seiner Disposition zu gewissen Infektionskrankheiten betrifft, so sind unsere wirklich positiven Kenntnisse hierüber fast gleich null zu setzen, und es bleibt daher künftigen Forschungen vorbehalten, diese gewiſs höchst wichtigen Fragen zu beantworten.

Digitized by Google

Aber auch die — allerdings nicht sehr zahlreichen — Versuche, auf experimentellem Wege Einblick in die Wechselbeziehungen von Ernährungsweise und Resistenz zu erlangen, haben nur sehr geringe und zum Teil einander widersprechende Tatsachen zutage gefördert. Zwar hat C. Müller gefunden, daſs mit Brot, also mit vegetabilischer Nahrung gefütterte Ratten gegen Milzbrand empfindlicher sind als solche, welche bei Fleischnahrung gehalten werden; Hahn hat jedoch bei vier Hunden des gleichen Wurfes, von denen zwei kurz nach der Geburt beständig mit Brot, zwei jedoch mit Fleisch gefüttert wurden, keinen Unterschied in der Empfänglichkeit gegenüber dem Anthraxbazillus konstatieren können, und auch keine Differenz in der bakteriziden Wirkung ihres Blutserums gefunden.

Nur auf dem Gebiete der Säuglingsernährung liegt eine hierher gehörige — allerdings noch nicht nachgeprüfte — Beobachtung von Moro vor, nach welcher das Serum von Brustkindern stärker bakterizid und hämolytisch wirkt als das Serum künstlich ernährter Säuglinge, und nach welcher sogar bei dem einzelnen Säugling durch Wechsel der natürlichen und der künstlichen Ernährung eine entsprechende Änderung der bakteriziden Wirksamkeit des Blutserums hervorgerufen werden kann.

Über den Einfluſs der Ernährungsweise auf die Produktion der Antikörper scheinen, soweit ich die Literatur überblicken konnte, überhaupt noch keine Mitteilungen gemacht worden zu sein.

Meine Versuche wurden nun in folgender Weise angestellt. Als Versuchstiere dienten, — wie bei meinen eingangs erwähnten Versuchen über die Einwirkung der Nahrungsentziehung auf die Entstehung der Agglutinine — Tauben, welche dem Gewichte nacheinander paarweise zugeordnet wurden. Die eine Serie dieser Tiere wurde nun mit einer eiweiſs- und fettreichen Nahrung, nämlich mit gekochter Kuhmilch und etwas trockener Semmel gefüttert, während die andere Serie eine fett- und eiweiſsarme Nahrung erhielt, die jedoch reichlich Kohlehydrate enthält: nämlich gekochte Kartoffeln. Beide Serien von Tieren wurden etwa 14 Tage vor dem eigentlichen Beginn der Versuche auf das

Digitized by Google

betreffende Nahrungsregime gesetzt, und zwar teils aus dem Grunde, weil manche Tauben in den ersten Tagen das ihnen vorgesetzte Futter verschmähten, teils deshalb, damit der Einfluſs der Ernährungsweise sich durch genügend lange Zeit geltend zu machen Gelegenheit finde.

Zur Immunisierung dienten zwei verschiedene Bakterienarten: nämlich Bac. pyocyaneus einerseits, Bact. proteus anderseits. Die 24stündigen Agarkulturen dieser Mikroorganismen wurden stets vor der Injektion durch $^1/_2$stündiges Erhitzen auf 55—60° abgetötet und dann den Versuchstieren intraperitoneal eingespritzt. Die Injektionen wurden meist in Intervallen von zwei bis drei Tagen wiederholt, derart, daſs die Gesamtzahl der Einspritzungen gewöhnlich drei betrug.[1]) Zwei Tage nach der letzten Injektion wurde dann aus der Flügelvene Blut entnommen, in ca. 10 cm langen Glasröhrchen von etwa 2 mm Lichte aufgefangen, die Röhrchen dann an einem Ende mittels eines Tropfens Siegellack geschlossen und zentrifugiert. Mit dem so gewonnenen Serum wurde dann in der üblichen Weise, in engen Eprouvetten, die Agglutinationsreaktion angestellt und die Serumtiter der dem Gewichte nach zueinander gehörenden Tiere miteinander verglichen.

Die Ergebnisse dieser Versuche sind in den nachstehenden Protokollen enthalten.

Pyocyaneus-Versuche.

Taube A und C vom 12. XI. ab mit Milch und Semmel, B und D mit Kartoffeln gefüttert. 25. XI., 28. XI. und 2. XII. 2 ccm Pyocyaneusbouillon intraperitoneal. 4. XII. Blutentnahme.

Taube A[2]): 12. XI. 385 g, 20. XI. 390 g, 25. XI. 387 g		Milch.
» C: 12. XI. 337 g, 20. XI. 334 g, 25. XI. 330 g		
» B: 12. XI. 367 g, 20. XI. 310 g, 25. XI. 317 g		Kartoffel.
» D: 12. XI. 345 g, 20. XI. 325 g, 25. XI. 345 g		

1) Die Versuchsanordnung wurde deshalb eingeschlagen, weil sich zu wiederholten Malen herausgestellt hatte, daſs eine zweimalige Bakterieneinspritzung bei diesen Tieren nicht hinreicht, um genügende Agglutininmengen in deren Serum entstehen zu lassen.

2) Die zusammengehörigen Tiere sind durch die im Alphabet aufeinanderfolgenden Buchstaben bezeichnet.

Digitized by Google

4. XII.	Verdünnung	Milch		Kartoffel	
		A	C	B	D
	1:4	+++	+++	+++	+++
	1:8	+++	+++	+++	+++
	1:16	+++	++ -	0	++ +
	1:32	+++	+++	0	+++
	1:64	+++	+++	0	+++
	1:128	+++	+++	0	+++
	1:256	0	++ +	0	++
	1:512	0	++	0	0
	1:1024	0	0	0	0

Taube E Milch, Taube F Kartoffel; sonst wie oben, aber die Injektion mit einem anderen Pyocyaneusstamm vorgenommen.

Taube E: 12. XI. 285 g, 20. XI. 275 g, 25. XI. 304 g.
» F: 12. XI. 315 g, 20. XI. 282 g, 25. XI. 307 g.

4. XII.	Verdünnung	Milch	Kartoffel
		E	F
	1: 4	+++	+++
	1: 8	+++	+++
	1:16	+++	0
	1:32	+	0

Je 4 Tauben vom 8. X. ab einerseits mit gekochten Kartoffeln, anderseits mit Milch und trockener Semmel gefüttert. 15. X. je 2 ccm Pyocyaneusbouillon. Es starben je eine Taube beider Serien. 17. X. je 2 ccm, 20. X. je 3 ccm Pyocyaneus. 24. X Blutentnahme.

Taube A: 8. X. 331 g, 14. X. 337 g, 24. X. 310 g
» E: 8. X. 305 g, 14. X. 337 g, 24. X. 341 g } Milch.
» C: 8. X. 301 g, 14. X. 300 g, 24. X. 316 g
» B: 8. X. 341 g, 14. X. 343 g, 24. X. 271 g
» F: 8. X. 329 g, 14. X. 323 g, 24. X. 280 g } Kartoffel.
» K: 8. X. 323 g, 14. X. 305 g, 24. X. 319 g

	Verdünnung	Milch			Kartoffel		
		A	E	C	B	F	K
20. X.	1:5	+++	+++	+++	++	+++	++
	1:10	+++	+++	+++	0	+++	+
	1:20	+++	+++	++	0	++	0
	1:40	+++	+++	0	0	0	0
	1:80	+++	+++	0	0	0	0
	1:160	+	+	0	0	0	0
	1:320	0	0	0	0	0	0
	1:640	0	0	0	0	0	0

Digitized by Google

	Verdünnung	Milch			Kartoffel		
		A	E	C	B	F	K
24. X.	1 : 8	+++	+++	+++	+++	+++	0
	1 : 16	+++	+++	+++	+++	+++	0
	1 : 32	+++	+++	+++	+++	+++	0
	1 : 64	+++	+++	+++	+++	+++	0
	1 : 128	+++	+++	++	0	++	0
	1 : 256	++	+++	0	0	0	0
	1 : 512	0	++	0	0	0	0
	1 : 1024	0	0	0	0	0	0

Je 5 Tauben vom 20. IX. ab einerseits mit gekochten Kartoffeln, anderseits mit Milch und Semmel gefüttert. 26. IX. 6 ccm Pyocyaneus-Bouillonkultur intraperitoneal injiziert. Es starben 3 Tiere der Kartoffelserie, 2 der Milchserie in den ersten beiden Tagen nach der Injektion. 2. X. Injektion von 2 ccm Pyocyaneusbouillon, ebenso 5. X. Blutproben entnommen: 1. X., 5. X.

Taube C: 20. IX. 322 g, 5. X. 282 g
» E: 20. IX. 458 g, 5. X. 402 g } Milch.
» G: 20. IX. 328 g, 5. X. 324 g

» D: 20. IX. 316 g, 5. X. 315 g
» F: 20. IX. 425 g, 5. X. 418 g } Kartoffel.
» B: 20. IX. 241 g, 5. X. 232 g

	Verdünnung	Milch			Kartoffel		
		C	E	G	D	F	B
1. X.	1 : 10	+++	0	0	0	0	0
	1 : 20	+++	0	0	0	0	0
	1 : 40	0	0	0	0	0	0
	1 : 80	0	0	0	0	0	0
5. X.	1 : 10	+++	+++	+++	0	0	0
	1 : 20	+++	+	+++	0	0	0
	1 : 40	+++	0	+	0	0	0
	1 : 80	+	0	0	0	0	0
	1 : 160	0	0	0	0	0	0

Je 4 Tauben vom 28. X. ab mit Milch und Semmel bzw. gekochten Kartoffeln gefüttert. 5. XI. 2 ccm Pyocyaneuskultur (erwärmt). 8. XI. und 11. XI. je 3 ccm. Es starben 2 Kartoffeltauben und 1 Milchtaube. 13. XI. Blutentnahme.

Taube H: 28. X. 318 g, 5. XI. 330 g, 11. XI. 282 g } Milch.
» A: 28. X. 365 g, 5. XI. 390 g, 11. XI. 353 g

Digitized by Google

Taube E: 28. X. 337 g, 5. XI. 297 g, 11. XI. 240 g } Kartoffel.
» D: 27. X. 340 g, 5. XI. 280 g, 11. XI. 235 g }

	Verdünnung	Milch		Kartoffel	
		H	A	E	D
13. XI.	1 : 4	+++	+++	0	+++
	1 : 8	+++	+++	0	+++
	1 : 16	+++	++	0	++
	1 : 32	+++	++	0	+
	1 : 64	+++	0	0	0
	1 : 128	0	0	0	0
	1 : 256	0	0	0	0
	1 : 512	0	0	0	0

Vom 12. X. ab je 4 Tauben mit Milch und Semmel bzw. mit Kartoffeln gefüttert. 25. X. je 1,5 ccm Pyocyaneusbouillon, 28. X. 2 ccm, 1. XI. 2,5 ccm. 3. XI. Blutentnahme. Es starben vorher 2 Kartoffeltauben und 1 Milchtaube.

Taube C: 12. X. 300 g, 25. X. 305 g, 31. X. 263 g } Milch.
» E: 12. X. 258 g, 25. X. 233 g, 31. X. 233 g }
» D: 12. X. 275 g, 25. X. 250 g, 31. X. 238 g } Kartoffel.
» F: 12. X. 235 g, 25. X. 240 g, 31. X. 213 g }

	Verdünnung	Milch		Kartoffel	
		C	E	D	F
31. X.	1 : 4	++	0	+	0
	1 : 8	0	0	0	0
	1 : 16	0	0	0	0
	1 : 32	0	0	0	0
	1 : 64	0	0	0	0
3. XI.	1 : 4	+++	+++	+++	+++
	1 : 8	+++	+++	+++	+
	1 : 16	+++	++	++	0
	1 : 32	+++	0	0	0
	1 : 64	+++	0	0	0
	1 : 128	+	0	0	0
	1 : 256	0	0	0	0
	1 : 512	0	0	0	0

Taube A vom 12. XI. ab Milch, B Kartoffeln. 25. XI. 1,5 ccm Pyocyaneus, 8. XI. und 1. XII. 2 ccm Pyocyaneus. 3. XII. Blutentnahme.

Digitized by Google

Taube A: 12. XI. 335 g, 25. XI. 285 g, 31. XI. 310 g.
» B: 12. XI. 320 g, 25. XI. 294 g, 31. XI. 260 g.

	Verdünnung	Milch A	Kartoffel B
3. XII.	1:4	+++	+++
	1:8	+++	+++
	1:16	+++	+++
	1:32	+++	+++
	1:64	+++	+++
	1:128	+	+++
	1:256	0	+++
	1:512	0	0
	1:1024	0	0

Taube A und C vom 31. I. ab Kartoffel, B und D Milch. 2. III, 6. III und 9. III. 2,5 ccm Pyocyaneus. 11. III. Blutentnahme.

Taube A: 28. II. 490 g.
» C: 28. II. 345 g.
» B: 28. II. 497 g.
» D: 28. II. 348 g.

	Verdünnung	Milch B	Milch D	Kartoffel A	Kartoffel C
11. III.	1:10	+++	+++	+++	+++
	1:20	+++	+++	+++	++
	1:40	+++	+++	++	0
	1:80	+++	+++	+	0
	1:160	+++	+++	0	0
	1:320	+++	+	0	0
	1:640	++	0	0	0
	1:1280	0	0	0	0
	1:2560	0	0	0	0

Proteus-Versuche.

Tauben A, C und E vom 4. XII. ab mit Milch und Semmeln, B, D und F mit Kartoffeln gefüttert. 17. XII. 1,5 ccm Proteusbouillon, 20. XII. und 24. XII. 2 ccm. 27. XII. Blutentnahme.

Taube A: 5. XII. 215 g, 17. XII. 230 g
» C: 5. XII. 425 g, 17. XII. 437 g } Milch.
» E: 5. XII. 265 g, 17. XII. 297 g

» B: 5. XII. 225 g, 17. XII. 215 g
» D: 5. XII. 530 g, 17. XII. 475 g } Kartoffel.
» F: 5. XII. 280 g, 17. XII. 269 g

Digitized by Google

	Verdünnung	Milchtiere A	Milchtiere C	Milchtiere E	Kartoffeltiere B	Kartoffeltiere D	Kartoffeltiere F
27. XII	1:20	0	+++	+++	+++	+++	+++
	1:40	0	+++	+++	+++	+++	+++
	1:80	0	+++	++	+++	+++	+
	1:160	0	++	+	+++	+++	0
	1:320	0	+	0	+	+++	0
	1:640	0	0	0	0	+	0

Taube A vom 31. XII. ab Milch, B Kartoffeln. 13. I. 2 ccm Proteusbouillon. 19. I. und 22. I. 3 ccm Proteus. 25. I. Blutentnahme.

Taube A: 31. XII. 372 g, 13. I. 303 g Milch.
› B: 31. XII. 385 g, 13. I. 355 g Kartoffel.

	Verdünnung	Milchtiere A	Kartoffeltiere B
25. I	1:10	+++	+++
	1:20	+	+++
	1:40	0	+++
	1:80	0	+
	1:160	0	0
	1:320	0	0

Tauben A, C, E und G erhalten vom 5. XII. ab Kartoffeln, B, D, F und H Milch und Semmeln. 20. XII. 2 ccm Proteusbouillon, 24. XII. 2 ccm, ebenso 26. XII. 29. XII. Blutentnahme.

Taube A: 5. XII. 327 g, 20. XII. 290 g
› C: 5. XII. 283 g, 20. XII. 308 g
› E: 5. XII. 255 g, 20. XII. 245 g
› G: 5. XII. 323 g, 20. XII. 290 g
} Kartoffel.

› B: 5. XII. 295 g, 20. XII. 250 g
› D: 5. XII. 250 g, 20. XII. 260 g
› F: 5. XII. 237 g, 20. XII. 300 g
› H: 5. XII. 342 g, 20. XII. 340 g
} Milch.

	Verdünnung	Milchtiere B	Milchtiere D	Milchtiere F	Milchtiere H	Kartoffeltiere A	Kartoffeltiere C	Kartoffeltiere E	Kartoffeltiere G
29. XII.	1:10	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++
	1:20	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++
	1:40	+++	+++	+++	+++	+++	+++	++	+++
	1:80	+++	+	+	+++	+	+	0	+++
	1:160	+	0	0	+++	0	+	0	+
	1:320	0	0	0	+++	0	0	0	0
	1:640	0	0	0	0	0	0	0	0

Digitized by Google

Tauben A und C erhalten vom 31. I. ab Kartoffeln, B und D Milch. 24. II., 26. II. und 28. II. je 2 ccm Proteusbouillon. 30. II. Blutentnahme.

Taube A: 31. I. 449 g, 28. II. 450 g
» C: 31. I. 349 g, 28. II. 335 g } Kartoffel.
» B: 31. I. 435 g, 28. II. 440 g
» D: 31. I. 350 g, 28. II. 380 g.

	Verdünnung	Milch		Kartoffel	
		B	D	A	C
30. II.	1:10	+++	+++	+++	+++
	1:20	+++	0	+++	++
	1:40	+++	0	+++	0
	1:80	++	0	+++	0
	1:160	+	0	+++	0
	1:320	0	0	+++	0
	1:640	0	0	+	0

Tauben A und C erhalten vom 3. I. ab Milch und Semmeln, B und D Kartoffeln. 14. I., 19. I. und 22 I. je 2 ccm Proteusbouillon. 24. I. Blutentnahme.

Taube A. 3. I. 450 g, 14. I. 510 g
» C: 3. I. 244 g, 14. I. 273 g } Kartoffel.
» B: 3. I. 465 g, 14. I. 500 g
» D: 3. I. 242 g, 14. I. 225 g } Milch.

	Verdünnung	Milch		Kartoffel	
		B	D	A	C
24. I.	1:10	+++	+++	+++	+++
	1:20	0	+++	+++	0
	1:40	0	++	+	0
	1:80	0	+	0	0
	1:160	0	+	0	0
	1:320	0	0	0	0

Tauben A, C und E erhalten vom 31. XII. ab Kartoffeln, B, D und F Milch und Semmeln. 14. I., 19. I. und 22 I. je 2 ccm Proteusbouillon. 25. I. Blutentnahme.

Taube A: 31. XII. 349 g, 18. I. 340 g
» C: 31. XII. 393 g, 18. I. 330 g } Kartoffel.
» E: 31. XII. 467 g, 18. I. 385 g
» B: 31. XII. 357 g, 18. I. 325 g
» D: 31. XII. 399 g, 18. I. 370 g } Milch.
» F: 31. XII. 442 g, 18. I. 420 g

Digitized by Google

	Ver-dünnung	Milch			Kartoffel		
		B	D	F	A	C	E
25. I.	1:10	+++	+++	+++	+++	+++	+++
	1:20	+++	+++	+++	+	0	+++
	1:40	++	+	+	+	0	+++
	1:80	+	0	0	0	0	+++
	1:160	0	0	0	0	0	0
	1:320	0	0	0	0	0	0
	1:640	0	0	0	0	0	0

Fütterungsversuche. (Übersichtstabelle.)

a) Mit Milch und Semmeln. b) Mit Kartoffeln.

Bact. pyocyaneum.

M > K	M = K	M < K
M > K		
M > K		
M > K		
M > K		
M > K		
M > K	Durchschnittl. Verh. $\frac{M}{K}$	
M > K	$\frac{M}{K} = 7{,}4$	
M > K		
M > K		
M > K		
M > K		
M > K		

Bact. proteus.

M > K	M = K	M < K
M > K	M = K	M < K
M > K	M = K	M < K
M > K		M < K
M > K		M < K
M > K		M < K

Das Gesamtergebnis aller dieser Versuche findet sich noch einmal übersichtlicher in der vorstehenden Tabelle zusammengestellt. In derselben findet sich einmal angegeben, wie oft bei diesen Experimenten der Serumtiter bei den Milchtauben (M) gröſser, gleich oder kleiner gefunden wurde als bei den mit Kartoffeln gefütterten Tauben (K) und ist zweitens, wo dies über-

Digitized by Google

haupt angängig war, der Durchschnittswert des Verhältnisses $\frac{M}{K}$ notiert. Dieser Durchschnittswert wurde in der Weise erhalten, dafs für jedes der zusammengehörigen Taubenpaare das Verhältnis der ermittelten Agglutinationswerte berechnet, die hierbei gefundenen Zahlen addiert und deren Summe durch die Anzahl der Versuche, d. i. der verwendeten Taubenpaare, dividiert wurden.[1])

Das erste, was nun bei der Betrachtung dieser Übersichtstabelle in die Augen fällt, ist wohl sofort der grofse Unterschied, der zwischen den beiden, zur Immunisierung herangezogenen Bakterienarten besteht. Während nämlich bei den Versuchen mit Pyocyaneus das Agglutinationsvermögen im Serum der Milchtiere fast stets, d. i. unter 16 Fällen 14mal höher gefunden wurde als bei den Kartoffeltieren, und sich nur ein einziges Mal niedriger erwies, zeigten die Experimente mit Proteus ein ganz anderes Resultat. Hier waren unter 15 Versuchen 6mal die Milchtiere den Kartoffeltieren in bezug auf ihren Serumtiter überlegen, 6mal blieben sie jedoch in dieser Beziehung hinter denselben zurück, und 3mal bestand Gleichheit der Agglutinationswerte bei den beiden einander entsprechenden Tierreihen.

Demgemäfs hatte also die Art der Fütterung keinen mit Sicherheit konstatierbaren Einflufs auf die Immunisierung gegen Proteus ausgeübt. Bei Immunisierung gegen Pyocyaneus hingegen war ein solcher Einflufs aufserordentlich deutlich zutage

1) In der vorläufigen Mitteilung dieser Versuche, welche in der Wiener klin. Wochenschr., 1904, Nr. 11 erfolgte, wurden diese Durchschnittswerte von $\frac{M}{K}$ in anderer Weise berechnet. Es wurden nämlich die Titer aller Milchtauben und aller Kartoffeltauben gesondert addiert, und deren Durchschnitt zueinander ins Verhältnis gesetzt. Während also bei dieser Berechnungsart das Verhältnis der durchschnittlichen Agglutinationswerte gewonnen wird, gibt uns der oben beschriebene Rechnungsmodus den Durchschnitt der für jedes einzelne Taubenpaar beobachteten Verhältniszahlen. Es scheint mir diese letztere Art der Berechnung rationeller und vorteilhafter zu sein als die in der vorläufigen Mitteilung gebrauchte.

Digitized by Google

getreten und hatte sich auch in dem Werte des Quotienten $\frac{M}{K}$ ausgeprägt, der 7,4 betrug, derart, dafs also die Milchtiere durchschnittlich fast siebeneinhalbmal soviel Agglutinine produziert hatten als die Kartoffeltiere.[1])

Dieses Resultat steht in bester Übereinstimmung mit den Erfahrungen, die wir, wie eingangs erwähnt, bereits bei unseren Hungerversuchen zu machen Gelegenheit hatten, und welche uns lehren, dafs die Alteration der Antikörperproduktion, die durch verschiedenartige Eingriffe in das Stoffwechselgetriebe des Organismus gesetzt wird, nicht nur von der Art dieses Eingriffs selbst abhängig erscheint, sondern auch durch die besondere Natur der Mikroorganismen bzw. derjenigen Substanzen bestimmt wird, welche zu der Entstehung der Antikörper Veranlassung geben.

III. Einfluſs des Phloridzindiabetes.

Bekanntlich zeigen Personen, welche an Diabetes mellitus leiden, eine ganz besonders hervorragende Disposition zu den verschiedensten infektiösen Erkrankungen. Abgesehen davon, dafs schon geringfügige Wunden und Verletzungen bei denselben nicht selten zum Ausgangspunkte langwieriger Eiterungen, von Erysipelen und anderen Wundinfektionskrankheiten dienen, unterliegen diese Kranken ganz besonders gewissen akuten und chronischen Infektionsprozessen, unter welchen, wie allgemein bekannt, die Tuberkulose die hervorragendste Rolle spielt. Nach einer kleinen Statistik, die Honl publiziert hat[2]), wurde bei 29 Diabetesleichen 12mal, d. i. also in 41,3 % der Fälle, Tuberkulose als Komplikation festgestellt; 7mal (also in 29,1 % der Fälle) fand sich krupöse Pneumonie.

1) Für die Versuche mit Proteus, bei welchen $\frac{M}{K}$ ebensooft gröfser als 1 war, wie kleiner als 1, ist aus leicht einzusehenden Gründen eine Durchschnittsberechnung dieses Quotienten untunlich und wurde daher unterlassen.

2) Časopis lékařův Českých, 1897; Ref. Centralbl. f. Bakt., 1897, Bd. 22

Digitized by Google

Diese beträchtliche Resistenzverminderung, welche somit der Organismus des Diabetikers aufweist, hat begreiflicherweise bereits seit langem das Interesse sowohl der Kliniker wie der Immunitätsforscher erregt, und man hat sich daher mehrfach bemüht, dieselbe auch im Tierexperimente näher zu studieren.

Die beste Handhabe bot hierzu die von v. Mering[1]) entdeckte Eigenschaft des Phloridzins, bei Tieren und Menschen nach intrastomachaler oder auch subkutaner Applikationsweise eine bedeutende Zuckerausscheidung hervorzurufen. Es kann natürlich nicht unsere Aufgabe sein, an dieser Stelle näher auf den Mechanismus bzw. Chemismus der Phloridzinwirkung einzugehen. Sicher ist jedenfalls, dafs mit derselben eine hochgradige Alteration der Stoffwechselvorgänge verbunden sein mufs, welche u. a. auch darin zum Ausdruck kommt, dafs, wie Kraus[2]) gefunden hat, bei phloridzinvergifteten Mäusen der Leucingehalt des ganzen Organismus sehr beträchtlich reduziert erscheint. Der erste, der nun den Versuch machte, durch Phloridzinfütterung einen normalerweise immunen Organismus für gewisse Krankheitserreger empfänglich zu machen, war Leo[3]). Während es jedoch diesem Forscher nicht gelang, die Immunität der Ratten gegen Milzbrand, und die der weifsen Mäuse gegen den Tuberkelbacillus auf diese Weise zu brechen, indem seine Experimente zum Teil an nebensächlichen technischen Schwierigkeiten scheiterten, konnten weifse Mäuse, die bekanntlich für den Rotzbacillus im Gegensatz zu den Feldmäusen vollkommen unempfindlich sind, durch Fütterung mit phloridzinhaltigen Kakes für diesen Mikroorganismus empfänglich gemacht werden. Während von 48 normalen Kontrolltieren, welche mit Rotz geimpft und bei phloridzinfreier Nahrung gehalten wurden, kein einziges erkrankte, gingen von 49 Phloridzintieren 47 ein, wobei die Mehrzahl derselben schon bei makroskopischer Besichtigung typische Rotzknötchen in Leber oder Milz zeigte. In den meisten Fällen gelang es auch, die Bazillen ohne Schwierigkeit aus den

1) Verh. d. Kongr. f. innere Medizin, 1887; Zeitschr. f. klin. Med., Bd. 14.
2) Berliner klin. Wochenschr., 1903.
3) Zeitschr. f. Hygiene, Bd. 7, 1889.

Digitized by Google

genannten Organen zu isolieren, während dies bei den Kontrolltieren niemals möglich war. Es konnte somit keinem Zweifel unterliegen, daſs in der Tat die weiſsen Mäuse unter dem Einfluſs der Phloridzinfütterung ihre Immunität gegen Rotz vollkommen eingebüſst hatten.

Weitere Versuche in ähnlicher Richtung hat dann Preifs[1]) angestellt, der Meerschweinchen, welche durch Nahrungsentziehung und gleichzeitige Phloridzinfütterung geschwächt worden waren, der Inhalation von verspraytem tuberkulösen Sputum aussetzte und dabei beobachten konnte, daſs die Lungen und Bronchialdrüsen dieser Tiere weit ausgedehntere Veränderungen aufwiesen als die entsprechenden Organe der normalen, in gleicher Weise infizierten Kontrolltiere. Endlich hat Honl in der bereits früher erwähnten Arbeit gezeigt, daſs man die Immunität der Kaninchen gegenüber dem Friedländerschen Pneumobacillus durch Phloridzinfütterung vernichten kann, derart, daſs die mit demselben infizierten Tiere schon binnen 8 Stunden septisch zugrunde gehen, während die Kontrolltiere vollkommen gesund bleiben.

Wie sich die Produktion der Antikörper bei den phloridzinvergifteten Tieren verhält, darüber konnte ich keine Angaben in der Literatur auffinden.

Meine Versuche wurden folgendermaſsen angestellt. Den Versuchstieren — es wurden wieder Tauben verwendet — wurde das Phloridzin in Gelatinekapseln beigebracht, welche durchschnittlich je 0,29—0,3 g des Glykosids enthielten, und welche, besonders wenn man mit dem Finger leicht nachhalf, ohne Schwierigkeit von denselben geschluckt wurden. Die Phloridzinfütterung begann 3—6 Tage vor der ersten Bakterieneinspritzung, und zwar erhielten die Tiere täglich je drei der erwähnten Gelatinekapseln. Nur an den Tagen, an welchen die Injektion vorgenommen wurde, muſste die tägliche Menge des verabreichten Glykosids auf 1—2 Kapseln herabgesetzt werden. Im übrigen war die Versuchsanordnung in jeder Beziehung genau

1) Münchner med. Wochenschr., 1891.

Digitized by Google

dieselbe wie bei den im vorigen Abschnitte geschilderten Experimenten, so dafs dieselbe also hier nicht eingehender besprochen zu werden braucht. Die Ergebnisse finden sich in den nachfolgenden Protokollen verzeichnet.

Phloridzinversuche. (Pyocyaneus.)

Taube I (a): 324 g, Taube II (b): 384 g } Phloridzin vom 29. II. ab; 6. III., 9. III. und 11. III. je 2 ccm Pyocyaneusbouillon intraperitoneal.
Taube III (a): 322 g, Taube IV (b): 389 g } Kontrolle; 6. III., 9. III. und 11. III. je 2 ccm Pyocyaneusbouillon intraperitoneal.
Blutentnahme 13. III.

Verdünnung	Phloridzin		Kontrolle	
	I	II	III	IV
1 : 20	+++	+++	+++	+++
1 : 40	+++	++	+++	+++
1 : 80	++	0	+++	+++
1 : 160	+	0	+++	+++
1 : 320	0	0	+++	+++
1 : 640	0	0	+++	+
1 : 1280	0	0	+	0

Taube V (a)[1]: 27. III. 440 g, 2. IV. 410 g, 10. IV. 355 g; Taube VI (b): 27. III. 345 g, 2. IV. 325 g, 10. IV. 285 g } Phloridzin vom 27. III. ab.
Taube VII (a): 27. III. 420 g, 2. IV. 435 g, 10. IV. 380 g; Taube VIII (b): 27. III. 325 g, 2. IV. 325 g, 10. IV. 285 g } Kontrolle.
Beide Gruppen: 2. IV., 6. IV. und 8. IV. je 2,5 ccm Pyocyaneusbouillon.
Blutentnahme 10. IV.

Verdünnung	Phloridzin		Kontrolle	
	V	VI	VII	VIII
1 : 10	+++	+++	+++	+++
1 : 20	+++	+++	+++	+++
1 : 40	+++	+++	+++	+++
1 : 80	+++	+++	+++	+++
1 : 160	+++	++	+++	+++
1 : 320	++	0	+++	+++
1 : 640	0	0	++	+
1 : 1280	0	0	0	0

1) Die eingeklammerten Buchstaben neben den laufenden Nummern der Versuchstiere geben an, welche Tiere dem Gewicht nach zusammengehören. So entsprechen einander also z. B. V a und VII a, VI b und VIII b usw.

Digitized by Google

Taube IX: 2. V. 410 g, 9. V. 375 g; vom 2. V. ab Phloridzin.
» X: 2. V. 370 g, 9. V. 380 g; Kontrolle.

Beide 9. V., 12. V. und 15. V. je 2 ccm Pyocyaneusbouillon. Blutentnahme 17. V.

Verdünnung	Phloridzin IX	Kontrolle X
1:10	+++	+++
1:20	+++	+++
1:40	++	+++
1:80	0	+++
1:160	0	+++
1:320	0	+++
1:640	0	++
1:1280	0	++

Taube XI (a): 15. V. 340 g } Phloridzin vom 15. V. ab.
» XII (b): 15. V. 275 g }
» XIII (a): 15. V. 345 g } Kontrolle.
» XIV (b): 15. V. 275 g }

Beide Serien am 21. V., 24. V. und 26. V. je 2 ccm Pyocyaneusbouillon. Blutentnahme 28. V.

Verdünnung	Phloridzin XI	Phloridzin XII	Kontrolle XIII	Kontrolle XIV
1:10	+++	+++	+++	+++
1:20	+++	+++	+++	+++
1:40	+	+++	+	+++
1:80	0	++	0	+++
1:160	0	0	0	++
1:320	0	0	0	0

Taube XV: 28. V. 385 g, 7. VI. 320 g } vom 28. V. ab Phloridzin.
» XVI: 28. V. 475 g, 7. VI. 395 g }
» XVII: 28. V. 390 g, 7. VI. 340 g } Kontrolle.
» XVIII: 28. V. 475 g, 7. VI. 450 g }

Beide Serien erhalten am 31. V. 1,5 ccm, am 2. VI. und 5. VI. 3 ccm Pyocyaneuskultur. Blutentnahme 7. VI.

Verdünnung	Phloridzin XV	Phloridzin XVI	Kontrolle XVII	Kontrolle XVIII
1:4	0	0	+++	+++
1:8	0	0	+++	+++
1:16	0	0	+++	+++
1:32	0	0	++	+++
1:64	0	0	0	++
1:128	0	0	0	0

Digitized by Google

Taube XIX: 29. V. 305 g, 9. VI. 250 g } vom 30. V. ab Phloridzin.
» XX: 29. V. 255 g, 9. VI. 210 g }
» XXI: 29. V. 300 g, 9. VI. 300 g } Kontrolle.
» XXII: 29. V. 255 g, 9. VI. 258 g }

Beide Serien erhalten am 2. VI. 1,5 ccm, 5. VI. und 7. VI. 3 ccm Pyocyaneuskultur. Blutentnahme 9. VI.

Verdünnung	Phloridzin		Kontrolle	
	XIX	XX	XXI	XXII
1:4	0	0	+++	+++
1:8	0	0	+++	+++
1:16	0	0	+++	+++
1:32	0	0	+++	++
1:64	0	0	++	0
1:128	0	0	0	0

Taube XXIII: 29. V. 315 g, 10. VI. 314 g; vom 31. V. ab Phloridzin.
» XXIV: 29. V. 335 g, 10. VI. 335 g; Kontrolle.

Beide Tiere erhalten am 3. VI. 1,5 ccm, am 6. und 8. VI. 3 ccm Pyocyankultur. Blutentnahme 10. VI.

Verdünnung	Phloridzin	Kontrolle
	XXIII	XXIV
1:4	+++	+++
1:8	+++	+++
1:16	+	+++
1:32	0	+
1:64	0	0
1:128	0	0

Phloridzinversuche. (Proteus.)

Taube I: 29. V. 365 g, 16. VI. 325 g } vom 7. VI. ab Phloridzin.
» II: 29. V. 305 g, 16. VI. 272 g }
» III: 29. V. 365 g, 16. VI. 300 g } Kontrolle.
» IV: 29. V. 290 g, 16. VI. 272 g }

Alle Tiere erhalten am 10. VI. 1,5 ccm Proteusbouillon, 12. VI. und 14. VI. 2,5 ccm. 16. VI. Blutentnahme.

Verdünnung	Phloridzin		Kontrolle	
	I	II	III	IV
1:10	+++	+++	+++	+++
1:20	+++	+++	+++	+++
1:40	+++	+++	++	+
1:80	+++	+++	0	0
1:160	++	+++	0	0
1:320	+	+	0	0

Digitized by Google

Taube V: 29. V. 345 g, 17. VI. 310 g
› VI: 29. V. 435 g, 17. VI. 362 g } vom 8. VI. ab Phloridzin.
› VII: 29. V. 345 g, 17. VI. 333 g
› VIII: 29. V. 430 g, 17. VI. 372 g } Kontrollen.

Alle Tiere erhalten am 11. VI. 1,5 ccm Proteusbouillon, am 13. VI. und 15. VI. 2,5 ccm. Blutentnahme 17. VI.

Verdünnung	Phloridzin		Kontrolle	
	V	VI	VII	VIII
1:10	+++	+++	+++	+++
1:20	+++	+++	+++	+++
1:40	+++	+++	+++	+++
1:80	+++	+++	+++	+++
1:160	+	+	+++	+++
1:320	0	0	0	+++
1:640	0	0	0	+

Taube IX: 1. VI. 320 g, 27. VI. 230 g
› X: 1. VI. 280 g, 27. VI. 215 g } vom 17. VI. ab Phloridzin.
› XI: 1. VI. 265 g, 27. VI. 235 g
› XII: 1. VI. 325 g, 27. VI. 265 g
› XIII: 1. VI. 275 g, 27. VI. 265 g } Kontrollen.
› XIV: 1. VI. 260 g, 27. VI. 260 g

Alle Tiere erhalten am 20. VI. 1,5 ccm Proteusbouillon, am 22. VI. und 25. VI. 2,5 ccm. 27. VI. Blutentnahme.

Verdünnung	Phloridzin			Kontrolle		
	IX	X	XI	XII	XIII	XIV
1:10	+++	+++	+++	+++	+++	+++
1:20	+++	+++	+++	+++	+++	+++
1:40	+++	+++	+++	+++	+++	+++
1:80	+++	++	+++	0	+++	+++
1:160	+++	0	0	0	+++	+++
1:320	+++	0	0	0	+++	+++
1:640	+	0	0	0	0	+++

Taube XV: 1. VI. 355 g, 27. VI. 315 g
› XVI: 1. VI. 294 g, 27. VI. 245 g } vom 17. VI. ab Phloridzin.
› XVII: 1. VI. 538 g, 27. VI. 410 g
› XVIII: 1. VI. 350 g, 27. VI. 265 g
› XIX: 1. VI. 300 g, 27. VI. 265 g } Kontrollen.
› XX: 1. VI. 415 g, 27. VI. 440 g

Alle Tiere erhalten am 20. VI. 2 ccm Proteusbouillon, am 22. VI. und 25. VI. 3 ccm. Blutentnahme 27. VI.

Digitized by Google

Verdünnung	Phloridzin			Kontrolle		
	XV	XVI	XVII	XVIII	XIX	XX
1:10	+++	+++	+++	+++	+++	+++
1:20	+++	+++	+++	+++	+++	+++
1:40	+	+++	+++	+++	+	+++
1:80	0	+++	+++	++	0	+++
1:160	0	+++	+++	0	0	0
1:320	0	0	+++	0	0	0
1:640	0	0	++	0	0	0

Phloridzinversuche. (Übersichtstabelle.)

Pyocyaneus.

$P < C$	$P = C$
$P < C$	
$P < C$	
$P < C$	
$P < C$	Durchschnittliches Verhältnis $\frac{C}{P}$
$P < C$	$\frac{C}{P} = 8{,}9$
$P < C$	
$P < C$	
$P < C$	
$P < C$	

Proteus.

$P < C$	$P > C$
$P < C$	$P > C$
$P < C$	$P > C$
$P < C$	$P > C$
$P < C$	$P > C$

Das in obiger Übersichtstabelle zusammengestellte Ergebnis unserer Phloridzinversuche zeigt eine grofse Analogie mit den im vorigen Abschnitte mitgeteilten Fütterungsversuchen. Wie dort, so ist auch hier ein sicherer Einflufs auf die Produktion der Antikörper gegenüber dem Bac. Proteus nicht zu konstatieren. Vielmehr waren unter 10 Versuchen 5 mal die Phloridzintiere in bezug auf den Agglutinationstiter ihres Blutserums den Kontrolltieren überlegen, 5 mal dagegen war das Verhältnis gerade das umgekehrte.

Im Gegensatz hierzu hatte die Phloridzinfütterung auf die Immunisierung gegen Bac. pyocyaneus einen

Digitized by Google

sehr entschiedenen Einfluſs genommen. Unter 11 Versuchen wurde kein einziges Mal bei den Phloridzintieren ein höherer Agglutinationswert beobachtet als bei ihren Partnern, und nur einmal bestand Gleichheit der Serumtiter. Dementsprechend hatte auch der Quotient $\frac{C}{P}$ den Wert $8 \cdot 9$, mit anderen Worten, die Phloridzintiere hatten nur etwa den neunten Teil der Agglutininmenge produziert, welche die Kontrolltiere geliefert hatten.

Worauf nun dieser groſse Unterschied zwischen dem Verhalten des Proteus und des Pyocyaneus beruht, darüber sind nicht einmal Vermutungen möglich. Ich möchte aber doch auf eine bei diesen Experimenten beobachtete Tatsache hinweisen, welche vielleicht mit dem abweichenden Verhalten der beiden Bakterienarten zusammenhängen könnte. Während nämlich bei den Immunisierungsversuchen mit Proteus die Sterblichkeit der Phloridzintiere eine recht geringe war, derart daſs von 13 derselben nur 3 zugrunde gingen, waren die Verluste bei den Versuchen mit Pyocyaneus ganz kolossale und es gelang wiederholt kaum, mehr als ein Viertel derselben bis zum Abschluſs des Experiments am Leben zu erhalten. Die Kontrolltiere zeigten dagegen in beiden Fällen nur eine ganz minimale Sterblichkeit. Jedenfalls besteht also auch in dieser Beziehung ein deutlicher Unterschied zwischen den beiden genannten Bakterienspezies, und es ist, wie bereits angedeutet, nicht ganz undenkbar, daſs derselbe mit dem abweichenden Ergebnisse der Immunisierungsversuche in irgend einer Beziehung steht.

IV. Einfluſs der Alkoholbehandlung.

Über die Einwirkung des Alkohols auf die Widerstandsfähigkeit des Organismus gegenüber verschiedenen Bakterienarten und ihren Toxinen liegen — abgesehen von den mannigfaltigen klinischen Erfahrungen — auch eine Reihe interessanter experimenteller Tatsachen vor, welche fast einhellig nach derselben Richtung hindeuten.

Digitized by Google

Thomas[1]) hat, an die allbekannte Tatsache anknüpfend, dafs zur Zeit von Choleraepidemien diejenigen Leute mit Vorliebe der Erkrankung zum Opfer fallen, welche sich Exzessen, besonders in geistigen Getränken hingeben, den Versuch gemacht, die prädisponierende Rolle des Alkohols auch im Tierexperiment nachzuweisen. In elf derartigen Versuchen, bei welchen den Alkoholtieren wie den normalen Kontrolltieren wechselnde Mengen einer Cholerakultur in die Ohrvene eingespritzt wurden, konnte nun in der Tat festgestellt werden, dafs die tödliche Maximaldosis für diejenigen Tiere, welche Alkohol bekommen hatten, zwischen 0,05—0,06 ccm, für die Kontrolltiere hingegen zwischen 0,34—0,36 ccm schwankte, so dafs also die Disposition zur Erkrankung unter dem Einflusse grofser, berauschend wirkender Alkoholdosen etwa auf das Sechsfache ihres normalen Betrages gestiegen war.

Thomas weist darauf hin, dafs auch Koch und Doyen bei ihren Versuchen über die experimentelle Erzeugung der Cholera sich bereits mit Erfolg der Alkoholeinwirkung bedient hatten, um die natürliche Resistenz der Versuchstiere zu brechen, wobei allerdings die Applikation der Vibrionen nicht intravenös, sondern intrastomachal erfolgte.

Da Doyen nach Einführung stark reizender und entzündungserregender Substanzen, wie Krotonöl, Bittersalz und Kantharidenpulver, in den Verdauungstrakt keine wesentliche Steigerung der Choleraempfänglichkeit konstatieren konnte, und da ferner der Alkohol auch in starken Verdünnungen, bei welcher jede stärkere Reizung der Schleimhaut des Intestinaltraktes so gut wie ausgeschlossen war, nichts von seiner prädisponierenden Wirkung einbüfste, so mufste die vielleicht naheliegende Vermutung, dafs das hauptsächlichste Moment der Alkoholwirkung in einer Schädigung des Verdauungskanals gelegen sei, entschieden zurückgewiesen werden. Thomas sucht daher andere durch den Alkoholgenufs bedingte Störungen im Stoffwechselgetriebe des Organismus zur Erklärung der gesteigerten Empfänglichkeit für den Choleravibrio heranzuziehen. Er verweist hierbei zunächst

1) Archiv f. experim. Pathol., Bd. 32, 1903.

Digitized by Google

auf die Herabsetzung der Stickstoffausscheidung, welche unter dem Einflusse groſser Alkoholdosen zu konstatieren sei, auf die Schädigung gewisser Zellterritorien, auf die Lähmung der Vasokonstriktoren und endlich auf die Abnahme der bakteriziden Eigenschaften des Blutes bzw. Blutserums, welche er durch besondere Experimente feststellen konnte.

Weiterhin haben Valagussa und Ranelleti[1]) den Nachweis erbracht, daſs die Vorbehandlung mit Alkohol auch die Empfänglichkeit der Versuchstiere gegenüber dem Diphtherietoxin sehr wesentlich zu erhöhen vermag, und endlich hat Abbott[2]) den Einfluſs der Alkoholisierung auf die Infektion mit Bact. Coli, mit Staphylokokken und Streptokokken einem eingehenden Studium unterzogen. Es fand sich hierbei, daſs die tägliche Verabreichung von Alkohol bis zur akuten Intoxikation Kaninchen gegen die Streptokokkeninfektion sehr wesentlich empfänglicher macht. Weniger ausgesprochen waren dagegen die Resultate bei der Infektion und Intoxikation mit Bact. Coli und zweifelhaft bei der Infektion mit den Staphylokokken, wenngleich auch in diesem Falle die bei den Alkoholtieren entstandenen Miliarabszesse entschieden deutlicher ausgeprägt waren als bei den nicht alkoholisierten Kontrolltieren.

Die umfangreichsten und sorgfältigsten Studien über die Einwirkung des Alkohols auf die Empfänglichkeit der Versuchstiere gegenüber Infektionsstoffen verdanken wir jedoch Laitinen[3]). Zu seinen Versuchen dienten Hunde, Kaninchen, Meerschweinchen, Hühner und Tauben. Zur Infektion dieser Tiere wurden verwendet: Milzbrandbazillen, Tuberkelbazillen und das Toxin des Diphtheriebazillus. Der Alkohol endlich wurde zum Teil mittels Schlundsonde in den Magen eingebracht, zum Teil aber von den Tieren nach einiger Gewöhnung freiwillig geschluckt, wenn derselbe mittels einer Pipette vorsichtig und tropfenweise

1) Ann. d'Igiene sperim. Vol. IX; zit. nach Baumgartens Jahresbericht.

2) Journ. of exper. Med. Vol. I, Nr. 3; zitiert nach Baumgartens Jahresbericht.

3) Zeitschr. f. Hygiene, 1900, Bd. 34.

Digitized by Google

in das Maul bzw. den Schnabel eingeflößt wurde. Die Alkoholbehandlung geschah bald vor, bald nach der Infektion; teils in Form einiger weniger aber starker Dosen, teils in vielen über längere Zeit, Wochen und Monate hin fortgesetzten, allmählich ansteigenden Gaben, derart, dafs also neben der akuten Alkoholvergiftung auch die chronische in das Bereich der Untersuchung mit einbezogen wurde. Das Ergebnis dieser zahlreichen Versuche — es kamen im ganzen 342 Tiere in Verwendung — war vollkommen eindeutig und lautete dahin, dafs der Alkohol unter allen Umständen eine deutliche und meist recht erhebliche Steigerung der Empfänglichkeit für künstliche Infektionen hervorruft, welche sich darin äufsert, dafs die alkoholisierten Versuchstiere da zugrunde gehen, wo die normalen Kontrolltiere am Leben bleiben, oder dafs wenigstens der tötliche Ausgang bei den ersteren eine ganz beträchtliche Beschleunigung erfährt. Angesichts dieser experimentellen Ergebnisse steht daher Laitinen nicht an, zu betonen, dafs die in früherer Zeit vielfach sehr beliebte Verwendung grofser Alkoholdosen bei der Behandlung infektiöser Erkrankungen des Menschen in den Beobachtungen am Tiere zum mindesten keine Stütze findet.

Im Anschlufs an die Arbeit von Laitinen hat Goldberg[1]) die Einwirkung des Alkohols auf die natürliche Immunität der Tauben gegen Milzbrand und auf den Verlauf der Milzbrandinfektion experimentell studiert, und ist im Prinzipe zu genau dem gleichen Ergebnisse gelangt. In den ersten seiner drei Versuchsreihen wurden den Tauben relativ grofse Mengen von Branntwein mittels weicher Sonde in den Kropf eingegossen, und zwar entweder nur ein einziges Mal, im Momente der Infektion mit der entsprechenden Menge der Anthraxkultur oder aber zu wiederholten Malen im Verlauf mehrerer Tage nach der Infektion. Von 13 Kontrolltauben ging hierbei nur eine einzige an Milzbrand zugrunde, während von den 15 alkoholisierten Tauben nur 3 am Leben blieben. Es ist somit durch diese Ver-

1) Centralbl. f. Bakt., Bd. 30, 1901.

Digitized by Google

suche zweifellos erwiesen, daſs man die natürliche Milzbrandimmunität der Taube durch groſse Alkoholdosen erheblich herabsetzen kann. Denselben Effekt hatte auch die chronische Alkoholvergiftung dieser Tiere, welche durch wochen- und monatelang fortgesetzte kleine Alkoholdosen erzeugt wurde, und welche besonders dann zu einer Resistenzverminderung gegenüber dem Anthraxbacillus führte, wenn sich bereits Degenerationen innerer Organe einzustellen begannen. Endlich konnte Goldberg feststellen, daſs auch kleine Alkoholdosen, welche den bereits mit Milzbrand tödlich infizierten Tauben verabreicht werden, nicht imstande sind, die Tiere vor dem Tode zu erretten, ja sogar häufig dessen Eintreten beschleunigen. Auch Goldberg kommt daher, ganz ähnlich wie Laitinen, zu dem Schlusse, »daſs die larga manu geübte Behandlung sämtlicher infektiöser Kranker mit Alkohol wohl kaum von wesentlichem Nutzen sein kann.«

Während die bisher angeführten Arbeiten, wie wir gesehen haben, sich fast ausschlieſslich die Aufgabe gestellt hatten, den Einfluſs des Alkohols auf die Disposition für gewisse infektiöse Erkrankungen zu ermitteln, gingen die nun zu besprechenden Forschungen von etwas anderen Fragestellungen aus.

Deléarde[1]) suchte nämlich festzustellen, ob es möglich sei, Kaninchen, welche unter dauernder Alkoholeinwirkung stehen, in ähnlicher Weise gegen Bakterien und ihre giftigen Stoffwechselprodukte zu immunisieren, wie dies bei normalen Versuchstieren ohne Schwierigkeit gelingt.

Das Ergebnis dieser interessanten Versuche läſst sich dahin zusammenfassen, daſs die während der Alkoholbehandlung mit Anthraxbazillen, mit dem Gifte der Hundswut und mit Tetanustoxin geimpften Tiere keine Immunität gegen diese Krankheitsstoffe erlangen, ja daſs selbst bereits gegen Tetanus immunisierte Kaninchen ihre Immunität unter dem Einflusse der nachträglichen Alkoholbehandlung rasch wieder verlieren können. Auch an diesen Experimenten von Deléarde tritt somit die Resistenz vermindernde Einwirkung des Alkohols aufserordentlich deutlich in Erscheinung. Dasselbe gilt von Versuchen von Abbott und

1) Annales de l'Inst. Pasteur, T. XI, 1897.

Digitized by Google

Bergey[1]), welche zeigen konnten, dafs gegen Ochsenblut immunisierte Meerschweinchen durch fortgesetzte Alkoholzufuhr eine rasche Verminderung der in ihrem Blutserum enthaltenen hämolytischen Substanzen erfahren, welche sich sowohl auf das Komplement als auf die spezifischen Amboceptoren bezieht, und dafs es fast unmöglich ist, alkoholisierte Tiere gegen Erythrocyten zu immunisieren, indem dieselben meist schon nach wenigen, für normale Individuen vollkommen unschädlichen Bluteinspritzungen zugrunde gingen. Die Verfasser beziehen diese grofse Empfindlichkeit der Alkoholtiere gegen die fremde Blutart auf den von ihnen nachgewiesenen geringeren Komplementgehalt ihres Serums. Versuche über die bakteriolytischen Eigenschaften des Serums der alkoholisierten Meerschweinchen führten jedoch — im Gegensatz zu den erwähnten Experimenten von Thomas — nicht zu einheitlichen Ergebnissen, so dafs Abbott und Bergey darauf verzichten, aus denselben irgend welche weitergehenden Schlüsse abzuleiten.

Endlich hat Friedberger[2]) in einem Vortrag auf dem Brüsseler Kongrefs und in einer ungefähr gleichzeitig mit meiner eigenen vorläufigen Mitteilung[3]) erschienenen Arbeit über Immunisierungsversuche an alkoholisierten Tieren berichtet. Die Impfung der Versuchstiere geschah intravenös und zwar mit geringen Mengen einer zur Auslösung der immunisierenden Reaktion besonders geeigneten Cholerakultur. Bei der einen Reihe von Versuchen wurde hierbei die Infektion auf der Höhe der Alkoholvergiftung vorgenommen, bei einer zweiten Serie hingegen wurde die längere Zeit hindurch fortgesetzte Alkoholbehandlung einige Tage vor der Impfung eingestellt. Die Serumentnahme fand etwa 8 Tage nach der Einspritzung der Vibrionen statt, worauf der Titer des gewonnenen Serums in der Weise ermittelt wurde, dafs diejenige Quantität desselben bestimmt wurde, welche eben noch ausreichte, um ein Meerschweinchen gegen die 10fache tödliche Dosis der Choleravibrionen zu schützen.

1) Centralbl. f. Bakt., 1902, Bd. 32.
2) Berliner klin. Wochenschr., 1904, Nr. 10.
3) Wiener klin. Wochenschr., 1904, Nr. 11.

Digitized by Google

Bei diesen Versuchen fand sich nun, daſs die Produktion der Antikörper bei einmaliger Verabreichung einer berauschenden Alkoholdosis und gleichzeitiger Infektion mit den Vibrionen um das 2,5 fache gesteigert war. Dagegen hatte sich dies Verhältnis bei den chronisch mit Alkohol vergifteten Tieren vollkommen umgekehrt, indem hier die Alkoholtiere weit hinter den Kontrolltieren zurückgeblieben waren, derart daſs die letzteren etwa 16 mal soviel Schutzsubstanzen produziert hatten als die ersteren.

Im Gegensatz zu den früher aufgeführten Autoren ist daher Friedberger der Ansicht, daſs die Alkoholtherapie der akuten Infektionskrankheiten, wenigstens in den ersten Stadien der Erkrankung, denn doch nicht jeder rationellen Grundlage entbehre. —

Was nun meine eigenen Versuche mit alkoholisierten Tieren betrifft, so wurden dieselben ausschliefslich mit Kaninchen angestellt, welchen der Alkohol in Form einer 50proz. Lösung unter die Haut des Rückens gespritzt wurde. Zur Immunisierung diente der Typhusstamm des Laboratoriums, von welchem die Menge von 2—3 ccm bei 55° abgetöteter Bouillonkultur hinreichte, um bei intraperitonealer Applikationsweise nach 2—4 Tagen deutliche Agglutininmengen im Blutserum dieser Tiere entstehen zu lassen. Die erste Alkoholdosis erhielten die Kaninchen etwa 1 Stunde vor der Einverleibung der Typhuskultur, die zweite etwa eine Stunde danach. Auch an den folgenden Tagen wurden die Alkoholinfektionen noch weiter fortgesetzt, und zwar derart, daſs die gesamte Menge, welche die Kaninchen im Laufe des 4 Tage währenden Versuches erhielten, etwa 30—40 ccm absoluten Alkohols betrug. Am 4. Tag nach der Typhusinjektion wurde dann aus der Ohrvene der Tiere eine Blutprobe entnommen und mit dem abgeschiedenen Serum in der üblichen Weise die Agglutinationsreaktion angestellt. Meist wurde die letztere dann noch einige Tage weiter verfolgt, um zu ermitteln, ob sich nicht nachträglich noch eine Verschiebung des Titerverhältnisses bei den Alkoholtieren und den Kontrolltieren einstelle, was allerdings bei diesen Versuchen niemals zur Beobachtung kam.

Ich lasse nun meine Versuchsprotokolle folgen.

Digitized by Google

Alkoholversuche.

Kaninchen I (a)[1]: 28. XII. 2790 g Alkohol.
» II (a): 28. XII. 2793 g Kontrolle.
» III (b): 28. XII. 2063 g Alkohol.
» IV (b): 28. XII. 1860 g Kontrolle.

Die Alkoholtiere erhalten: 28. XII. 3 Uhr nachm. 10 ccm 50 proz. Alkohol,
9 » abends 10 » » »
29. XII. 12 » mittags 10 » » »
5 » abends 10 » » »
30. XII. 10 » vorm. 10 » » »
31. XII. 10 » » 10 » » »
subkutan unter die Rückenhaut injiziert.

Gesamtmenge: 30 ccm Alk. absol.

Alle Tiere 28. XII. 6 Uhr abends 3 ccm Typhusbouillonkultur.

Agglutination.

	Verdünnung	Alkoholtiere		Kontrolltiere	
		I	III	II	IV
31. XII.	1 : 8	0	0	+++	+++
	1 : 16	0	0	+++	+++
	1 : 32	0	0	+++	0
	1 : 64	0	0	0	0
	1 : 128	0	0	0	0
1. I	1 : 10	+++	+++	+++	+++
	1 : 20	+++	+++	+++	+++
	1 : 40	0	+++	+++	+++
	1 : 80	0	0	+++	+++
	1 : 160	0	0	+++	+++
	1 : 320	0	0	+++	+++
	1 : 640	0	0	0	0

Kaninchen V (a): 31. XII. 1650 g Alkohol.
» VI (a): 31. XII. 1595 g Kontrolle.
» VII (b): 31. XII. 1850 g Alkohol.
» VIII (b): 31. XII. 1777 g Kontrolle.

Die Alkoholtiere erhielten: 31. XII. 3½ Uhr nachm. 10 ccm 50 proz. Alkohol,
5½ » » 5 » » »
1. I. 9 » vorm. 10 » » »
6 » abends 5 » » »
2. I. 9 » früh 10 » » »

1) Die eingeklammerten Buchstaben neben den laufenden Nummern der Versuchstiere geben an, welche Tiere dem Gewicht und der injizierten Bakterienmenge nach zueinander gehören. So z. B. ist IV (b) das Kontrolltier zu III (b) oder II (a) das Kontrolltier zu I (a) usf.

Digitized by Google

Die Alkoholtiere erhielten: 3. I. 9 Uhr früh 10 ccm 50 proz. Alkohol,
3 » nachm. 10 » » »
4. I. 3 » » 10 » » »
subkutan injiziert. Gesamtmenge: 35 ccm Alk. absol.

Alle Tiere 31. XII. 4 Uhr nachm. 3 ccm Typhusbouillon (mit Formol konserviert).

Agglutination.

	Verdünnung	Alkoholtiere		Kontrolltiere	
		V	VII	VI	VIII
4. I.	1 : 10	+++	+++	+++	+++
	1 : 20	+++	+++	+++	+++
	1 : 40	+++	+++	+++	+++
	1 : 80	+	+++	+++	+++
	1 : 160	0	0	++	0
	1 : 320	0	0	0	0
	1 : 640	0	0	0	0
	1 : 1280	0	0	0	0

Kaninchen IX (a): 6. I. 1635 g Alkohol.
» X (a): 6. I. 1520 g Kontrolle.
» XI (b): 6. I. 1825 g Alkohol.
» XII (b): 6. I. 1900 g Kontrolle.

Die Alkoholtiere erhielten: 6. I. 9 Uhr vorm. 10 ccm 50 proz. Alkohol,
12 » » 10 » » »
9½ » abends 5 » » »
7. I. 12 » mittags 10 » » »
9 » abends 10 » » »
8. I. 12 » mittags 10 » » »
9. I. 12 » » 10 » » »
subkutan injiziert. Gesamtmenge 32,5 ccm Alk. absol.

Alle Tiere erhielten am 6. I. 12 Uhr mittags 3 ccm Typhusbouillon.

Agglutination.

	Verdünnung	Alkoholtiere		Kontrolltiere	
		IX	XI	X	XII
9. I.	1 : 8	0	0	+++	+++
	1 : 16	0	0	+++	0
	1 : 32	0	0	0	0
	1 : 64	0	0	0	0
10. I.	1 : 5	+++	+++	+++	+++
	1 : 10	+++	0	+++	+++
	1 : 20	0	0	+++	+++
	1 : 40	0	0	+++	+++
	1 : 80	0	0	+++	0
	1 : 160	0	0	+	0

Digitized by Google

Kaninchen XIII: 10. I. 2125 g Alkohol.
» XIV: 10. I. 2150 g Kontrolle.

Das Alkoholtier erhält: 10. I. 10½ Uhr vorm. 10 ccm 50 proz. Alkohol,
3½ » nachm. 10 » » »
9½ » abends 5 » » »
11. I. 9 » vorm. 10 » » »
6 » nachm. 10 » » »
12. I. 9 » vorm. 10 » » »
6 » nachm. 10 » » »
13. I. 9 » vorm. 10 » » »

Gesamtmenge: 37,5 ccm Alk. absol.

Beide Tiere erhalten 10. I. 12 Uhr mittags 3 ccm Typhusbouillon.

Agglutination.

	Verdünnung	Alkoholtier XIII	Kontrolltier XIV
13. I.	1:8	0	+++
	1:16	0	+++
	1:32	0	0
	1:64	0	0
14. I.	1:10	0	+++
	1:20	0	+++
	1:40	0	+++
	1:80	0	+++
	1:160	0	+++
	1:320	0	++
	1:640	0	0

Kaninchen XV: 11. I. 1535 g Alkohol.
» XVI: 11. I. 1560 g Kontrolle.

Das Alkoholtier erhielt: 11. I. 9 Uhr vorm. 10 ccm 50 proz. Alkohol
12 » » 10 » » »
12. I. 9 » » 10 » » »
3 » nachm. 10 » » »
13. I. 9 » vorm. 10 » » »
3 » nachm. 10 » » »
12 » nachts 5 » » »
14. I. 12 » mittags 5 » » »

subkutan injiziert.

Gesamtmenge: 35 ccm Alk. absol.

Digitized by Google

Beide Tiere erhalten 11. I. 12 Uhr mittags 3 ccm Typhusbouillon intraperitoneal.

Agglutination.

	Verdünnung	Alkoholtier XV	Kontrolltier XVI
14. I.	1 : 8	+++	+++
	1 : 16	+++	+++
	1 : 32	0	+++
	1 : 64	0	0
15. I.	1 : 10	+++	+++
	1 : 20	+++	+++
	1 : 40	+++	+++
	1 : 80	+++	+++
	1 : 160	0	+++
	1 : 320	0	0

Kaninchen XVII (a): 14. I. 2590 g Alkohol.
» XVIII (a): 14. I. 2340 g Kontrolle.
» XIX (b): 14. I. 1500 g Alkohol.
» XX (b): 14. I. 1620 g Kontrolle.

Die Alkoholtiere erhielten: 14. I. 4 Uhr nachm. 10 ccm 50 proz. Alkohol,
6 » » 5 » » »
9 » abends 5 » » »
15. I. 9 » vorm. 10 » » »
4 » nachm. 5 » » »
16. I. 9 » vorm. 10 » » »
3 » nachm. 5 » » »
17. I. 10 » vorm. 10 » » »
3 » nachm. 10 » » »
subkutan injiziert. Gesamtmenge 35 ccm Alk. abs.

Alle Tiere 14. I. 5½ Uhr nachm. 3 ccm Typhusbouillon intraperitoneal.

Agglutination.

	Verdünnung	Alkoholtiere XVII	Alkoholtiere XIX	Kontrolltiere XVIII	Kontrolltiere XX
18. I.	1 : 10	+++	+++	+++	+++
	1 : 20	+++	+++	+++	+++
	1 : 40	0	+++	+++	+++
	1 : 80	0	+++	0	0
	1 : 160	0	+++	0	0
	1 : 320	0	0	0	0

Digitized by Google

Kaninchen XXI (a): 25. I. 1680 g Alkohol.
» XXII (a): 25. I. 1480 g Kontrolle.
» XXIII (b): 25. I. 1530 g Alkohol.
» XXIV (b): 25. I. 1516 g Kontrolle.

Die Alkoholtiere erhielten: 25. I. 3½ Uhr nachm. 10 ccm 50 proz. Alkohol,
6 » » 5 » » »
9 » abends 5 » » »
26. I. 9 » vorm. 10 » » »
3 » nachm. 5 » » »
27. I. 9 » vorm. 10 » » »
3 » nachm. 5 » » »
28. I. 9 » vorm. 5 » » »
7 » abends 5 » » »

subkutan injiziert.

Gesamtmenge: 30 ccm Alk. absol.

Alle Tiere 25. I. 4 Uhr nachm. 3 ccm Typhusbouillon.

Agglutination.

	Verdünnung	Alkoholtiere		Kontrolltiere	
		XXI	XXIII	XXII	XXIV
29. I.	1 : 10	+++	+++	+++	+++
	1 : 20	+++	+++	+++	+++
	1 : 40	+++	+++	+++	+++
	1 : 80	+++	+++	+++	+++
	1 : 160	0	++	++	++
	1 : 320	0	0	0	0

Kaninchen XXV (a): 18. I. 1595 g Alkohol.
» XXVI (a): 18. I. 1545 g Kontrolle.
» XXVII (b): 18. I. 1675 g Alkohol.
» XXVIII (b): 18. I. 1630 g Kontrolle.

Die Alkoholtiere erhielten: 18. I. 4¼ Uhr nachm. 10 ccm 50 proz. Alkohol,
7 » abends 5 » » »
19. I. 11 » vorm. 10 » » »
20. I. 11 » » 10 » » »
9 » abends 10 » » »
21. I. 11 » vorm. 10 » » »

subkutan injiziert.

Gesamtmenge: 27,5 ccm Alk. absol.

Alle Tiere erhielten 18. I. 5¼ Uhr nachm. 3 ccm Typhusbouillon.

Digitized by Google

Agglutination.

Verdünnung	Alkoholtiere		Kontrolltiere	
	XXV	XXVII	XXVI	XXVIII
1 : 10	+++	+++	+++	+++
1 : 20	+++	0	+++	+++
1 : 40	+++	0	+++	+++
1 : 80	+	0	+	+++
1 : 160	0	0	0	+++
1 : 320	0	0	0	+

Kaninchen XXXV: 26. I. 1590 g Alkohol.
» XXXVI: 26. I. 1575 g Kontrolle.
Das Kontrolltier erhielt: 26. I. 3 Uhr nachm. 10 ccm 50 proz. Alkohol,
5 » » 5 » » »
27. I. 9 » vorm. 10 » » »
9 » abends 5 » » »
28. I. 9 » vorm. 5 » » »
3 » nachm. 5 » » »
29. I. 9 » vorm. 10 » » »
3 » nachm. 5 » » »
subkutan injiziert. Gesamtmenge: 27,5 ccm Alk. absol.
Beide Tiere 26. I 5 Uhr nachm. 2,5 ccm Typhusbouillon intraperitoneal.

Agglutination.

	Verdünnung	Alkoholtier	Kontrolltier
		XXXV	XXXVI
30. I.	1 : 10	+++	+++
	1 : 20	+++	+++
	1 : 40	0	+++
	1 : 80	0	0

Kaninchen XXXIII (a): 1. II. 2100 g Alkohol.
» XXXIV (a): 1. II. 2210 g Kontrolle.
» XXXVII (b): 1. II. 1780 g Alkohol.
» XXXVIII (b): 1. II. 1825 g Kontrolle.
Die Alkoholtiere erhielten: 1. II. 9 Uhr vorm. 10 ccm 50 proz. Alkohol,
3 » nachm. 10 » » »
2. II. 9 » vorm. 5 » » »
3 » nachm. 10 » » »
3. II. 10 » vorm. 10 » » »
3 » nachm. 5 » » »
4. II. 9 » vorm. 5 » » »
3 » nachm. 5 » » »
5. II. 3 » » 5 » » »
subkutan injiziert. Gesamtmenge: 32,5 ccm Alk. absol.

Digitized by Google

Alle Tiere erhielten 1. II. 10 Uhr vorm. 3 ccm Typhusbouillon intraperitoneal.

Agglutination.

Verdünnung	Alkoholtiere		Kontrolltiere	
	XXXIII	XXXVII	XXXIV	XXXVIII
1 : 10	+++	+++	+++	+++
1 : 20	+++	+++	+++	+++
1 : 40	+++	+++	+++	+++
1 : 80	+++	+++	+++	+++
1 : 160	+	+++	+++	+++
1 : 320	0	+++	+++	+++
1 : 640	0	+	+	0
1 : 1280	0	0	0	0

Kaninchen XXIX (a): 31. I. 1762 g Alkohol.
» XXX (a): 31. I. 1757 g Kontrolle.
» XXXI (b): 31. I. 1932 g Alkohol.
» XXXII (b): 31. I. 1950 g Kontrolle.

Die Alkoholtiere erhielten: 31. I. 9½ Uhr vorm. 10 ccm 50 proz. Alkohol,
31¼ » nachm. 5 » » »
9 » abends 5 » » »
1. II. 9 » vorm. 5 » » »
3 » nachm. 5 » » »
9 » abends 10 » » »
2. II. 10 » vorm. 10 » » »
9 » abends 5 » » »
3. II. 3 » nachm. 10 » » »
4. II. 3 » » 10 » » »

subkutan injiziert.

Gesamtmenge: 37,5 ccm Alk. absol.

Alle Tiere erhielten 31. I. 10¼ Uhr vorm. 3 ccm Typhusbouillon intraperitoneal.

Agglutination.

	Verdünnung	Alkoholtiere		Kontrolltiere	
		XXIX	XXXI	XXX	XXXII
5. II.	1 : 20	+++	+++	+++	+++
	1 : 40	+++	+++	+++	+++
	1 : 80	0	+++	0	+++
	1 : 160	0	+++	0	0
	1 : 320	0	0	0	0

Digitized by Google

Alkoholversuche (Übersichtstabelle.)

Kaninchen, Bact. typhi.

$A < C$	$A = C$	$A > C$
$A < C$	$A = C$	$A > C$
$A < C$	$A = C$	
$A < C$	$A = C$	
$A < C$	$A = C$	
$A < C$		
$A < C$	Durchschnittliches Verhältnis: $\frac{C}{A}$	
$A < C$		
$A < C$	$\frac{C}{A} = 4{,}2$	
$A < C$		
$A < C$		
$A < C$		

Ein Blick auf die vorstehende Übersichtstabelle läſst nun sofort das Gesamtresultat dieser Versuche erkennen. Unter 19 Experimenten wurde nur 2 mal der Agglutiningehalt des Serums bei den Alkoholtieren gröſser gefunden als bei den Kontrolltieren, 5 mal zeigte sich keine Differenz, und 12 mal waren die mit Alkohol vergifteten Versuchstiere in der Produktion der Agglutinine sehr wesentlich hinter den Kontrolltieren zurückgeblieben derart, daſs das mittlere, aus allen Versuchen berechnete Verhältnis $\frac{A}{C}$ nur $\frac{1}{4{,}2}$ betrug. Es hatten somit die Kontrolltiere im Durchschnitt mehr als viermal soviel Agglutinin gebildet als die Alkoholtiere.

Wie man sieht, stimmen somit diese Ergebnisse sehr gut mit den Befunden der früher genannten Forscher überein, indem dieselben beweisen, daſs bereits kurzdauernde, nur durch wenige Tage fortgesetzte Behandlung mit groſsen Alkoholdosen imstande ist, die Produktion der Antikörper sehr wesentlich zu beeinträchtigen. Es ist einleuchtend, daſs diese Tatsache — vorausgesetzt, daſs ihre Anwendung und Übertragung auf das Gebiet der menschlichen Pathologie zu den erlaubten Verallgemeinerungen experimenteller Befunde gehört — nicht ohne Bedeutung für unsere therapeutischen Bestrebungen sein kann. Denn da wir in dem Auftreten der Antikörper zweifellos eine Schutzvorrichtung des infizierten Organismus zu sehen haben, welche mit den

Digitized by Google

Heilungs- und Restitutionsvorgängen in inniger Beziehung steht, so werden wir logischerweise alles vermeiden müssen, was der möglichst raschen und intensiven Produktion dieser Schutzstoffe hinderlich sein kann, und werden daher auch von diesem Gesichtspunkte aus der — allerdings bereits in Abnahme begriffenen — Behandlung der Infektionskranken mit grofsen Alkoholdosen mit berechtigtem Mifstrauen begegnen dürfen. Dafs hingegen unter Umständem vorsichtig verabreichte kleinere Alkoholgaben sogar vorteilhaft wirken können, das scheint aus den obenerwähnten Befunden Friedbergers hervorzugehen, falls sich dieselben bestätigen sollten.

V. Einflufs der Vorbehandlung mit Aleuronat.

Es ist eine durch unzählige Experimente sichergestellte Tatsache, dafs alle jene Substanzen, welche imstande sind, eine lokale Hyperleukocytose, eine Anhäufung der weifsen Blutkörperchen am Orte ihrer Applikation hervorzurufen, auch eine Erhöhung der Widerstandsfähigkeit gegenüber bakteriellen Infektionen bedingen. Besonders eingehend wurde diese Erscheinung der künstlichen Resistenzvermehrung bekanntlich für den intraperitonealen Infektionsmodus studiert, und man hat mit der Zeit eine grofse Zahl von Stoffen verschiedenartigster Provenienz und chemischer Natur kennen gelernt, welche mit Erfolg zur Erhöhung der lokalen Widerstandsfähigkeit verwendet werden können. Abgesehen von bakteriellen Produkten, wie den Bakterienproteinen und Bakterienplasminen, haben sich Extrakte und Emulsionen der verschiedensten tierischen Organe, wie der Hoden, Lymphdrüsen, Thymus, weiterhin auch die aus diesen Organen zu gewinnenden Nukleinsubstanzen, ferner gewisse pflanzliche und tierische Eiweifskörper wie Glutenkasein, Legumin, Weizen- und Erbsenmehlbrei, Albumosen, Alkalialbuminate, Blutserum und noch eine grofse Menge anderer, zum Teil sogar recht einfach gebauter Stoffe in dieser Richtung besonders bewährt. Am häufigsten wird wohl von allen diesen Stoffen das Aleuronat zur experimentellen Erzeugung lokaler leukocytenreicher Exsudate verwendet, und es lag daher wohl nahe, sich die Frage

Digitized by Google

vorzulegen, wie denn eigentlich die Vorbehandlung mit Aleuronatinjektionen auf die Produktion der Antikörper einzuwirken vermag.

Diese Fragestellung war von um so gröſserem Interesse, als ja nach den Lehren Metschnikoffs und seiner Schule die Leukocyten, welche sich in derartigen Exsudaten vorfinden — seien dieselben nun durch präparatorische Aleuronateinspritzungen oder durch Einführung anderer chemotaktisch wirksamer Substanzen entstanden — sich durch ganz besonders lebhafte phagocytäre Eigenschaften auszeichnen, viel resistenter sind und eingeführte Formelemente, z. B. Bakterien viel rascher in ihr Inneres aufnehmen, wie die weiſsen Blutkörperchen nicht vorbehandelter Tiere. Da nun gerade die Leukocyten von diesem Forscher als die hauptsächlichsten Quellen der spezifischen Antikörper angesehen werden, so war also ein Einfluſs der Aleuronatinjektion auf die Schnelligkeit und Intensität der Produktion dieser Stoffe von vornherein nicht unwahrscheinlich, und zwar konnte man, bei flüchtiger Überlegung, vielleicht vermuten, daſs derselbe in einer Vermehrung und Beschleunigung dieses reaktiven Prozesses bestehen würde. Wie wir noch sehen werden, hat sich diese Vermutung allerdings nicht bestätigt.

Meine Versuche wurden nun in folgender Weise angestellt. Eine Reihe von Kaninchen erhielt Injektionen von 3—5 ccm einer etwa 10 proz. Aleuronataufschwemmung in die Bauchhöhle. Nach 12—24 Stunden — also zu einer Zeit, wo erfahrungsgemäſs bereits eine deutliche Steigerung der Resistenz beobachtet werden kann —, wurden diesen Tieren 2,5—3 ccm einer frischen, bei 55° C abgetöteten Typhuskultur ebenfalls in die Bauchhöhle eingespritzt, und gleichzeitig eine entsprechende Anzahl von nicht vorbehandelten, ungefähr gleich schweren Kontrolltieren in genau der gleichen Weise geimpft. Am 4. Tage nach der Einspritzung der Typhusbazillen wurde dann aus der Ohrvene Blut entnommen, und, in derselben Weise wie bei den früher erwähnten Alkoholversuchen, das durch Abzentrifugieren gewonnene Blutserum auf seinen Agglutiningehalt geprüft. Die Ergebnisse dieser Versuche sind in den folgenden Protokollen verzeichnet.

Digitized by Google

Aleuronatversuche.

Hase I: 2143 g } 22. XI. 3 Uhr nachm. 5 ccm Aleuronataufschwemmung,
» II: 1955 g } 23. XI. 9 » vorm. 2,5 » Typhusbouillon.
» III: 2065 g } Kontrollen. 23. II. 9 Uhr vorm. 2,5 ccm Typhusbouillon.
» IV: 2020 g }

	Verdünnung	Aleuronattiere		Kontrolltiere	
		I	II	III	IV
27. XI.	1 : 20	+++	+++	+++	+++
	1 : 40	+++	+++	+++	+++
	1 : 80	+++	+++	+++	+++
	1 : 160	0	++	+++	++
	1 : 320	0	0	++	0
	1 : 640	0	0	0	0

Hase V: 2100 g } 26. XI. 6 Uhr abends 5 ccm Aleuronat,
» VI: 2060 g } 27. XI. 9 » vorm. 2,5 » Typhusbouillon.
Kontrolle, 27. II. 9 Uhr vorm. 2,5 ccm Typhusbouillon.

	Verdünnung	Aleuron.-Tier	Kontroll-Tier
		V	VI
30. XI.	1 : 10	+++	+++
	1 : 20	+	+++
	1 : 40	0	+
	1 : 80	0	0
	1 : 160	0	0

	Verdünnung	Aleuron.-Tier	Kontroll-Tier
		V	VI
1. XII.	1 : 10	+++	+++
	1 : 20	+++	+++
	1 : 40	+	+++
	1 : 80	0	+++
	1 : 160	0	++
	1 : 320	0	0

Kaninchen VII (a): 1700 g } 30. XI. 6 Uhr abends 5 ccm Aleuronataufschwg.,
» VIII (b): 2612 g } 1. XII. 6 » » 2,5 » Typhusbouillon.
» IX (c): 2030 g }
» X (a): 1910 g } Kontrollen. 1. XII. 6 Uhr abends 2,5 ccm Typhusbouillon.
» XI (b): 2630 g }
» XII (c): 2005 g }

	Verdünnung	Aleuronat			Kontrolle		
		VII	VIII	IX	X	XI	XII
5. XII.	1 : 10	+++	+++	+++	+++	+++	+++
	1 : 20	+++	+0	++	+++	+++	+++
	1 : 40	++	0	0	+++	+++	++
	1 : 80	0	0	0	+++	0	0
	1 : 160	0	0	0	+	0	0

Digitized by Google

Kaninchen XIII: 1392 g } 21. XI. 5 ccm Aleuronataufschwemmung, 22. XI. 3 › Typhusbouillon.
› XIV: 1365 g Kontrolle. 22. XI. 3 ccm Typhusbouillon.

	Verdünnung	Aleuronat XIII	Kontrolle XIV
25. XI.	1 : 8	+++	+++
	1 : 16	+++	+++
	1 : 32	+++	+++
	1 : 64	+++	+++
	1 : 128	0	+++
	1 : 256	0	0

Kaninchen XV (a): 14. XII. 1702 g } 14. XII. abends 5 Uhr 5 ccm Aleuronataufschwemmung
› XVI (b): 14. XII. 1975 g } 15. XII. abends 6 Uhr 3 ccm Typhusbouillon.
› XVII (c): 14. XII. 1450 g

› XVIII (a): 14. XII. 1770 g
› XIX (b): 14. XII. 1910 g } Kontrollen. 15. XII. abends 6 Uhr 3 ccm Typhusbouillon.
› XX (c): 14. XII. 1407 g

	Verdünnung	Aleuronat XV	Aleuronat XVI	Aleuronat XVII	Kontrolle XVIII	Kontrolle XIX	Kontrolle XX
19. XII.	1 : 10	+++	+++	+++	+++	+++	+++
	1 : 20	+++	0	++	+++	+++	+++
	1 : 40	++	0	0	+++	+++	+
	1 : 80	0	0	0	+++	+	0
	1 : 160	0	0	0	+	0	0

Kaninchen XXI: 1235 g } 9. XI. 3 Uhr nachm. 3 ccm Aleuronataufschwemmung, 10. XI. 3 ccm Typhusbouillon.
› XXII: 1369 g Kontrolle. 10. XI. 3 ccm Typhusbouillon.

	Verdünnung	Aleuronat XXI	Kontrolle XXII
14. XI.	1 : 5	+++	+++
	1 : 10	+++	+++
	1 : 20	+++	+
	1 : 40	+++	0
	1 : 80	+++	0
	1 : 160	+	0
	1 : 320	0	0

Digitized by Google

Kaninchen XXIII (a): 1990 g } 15. XI. 3 ccm Aleuronataufschwemmung.
» XXIV (b): 2387 g } 16. XI. 3 » Typhusbouillon.
» XXV (a): 2040 g } Kontrollen. 16. XI. 3 ccm Typhusbouillon.
» XXVI (b): 2185 g }

	Verdünnung	Aleuronat		Kontrolle	
		XXIII	XXIV	XXV	XXVI
20. XI.	1 : 5	+++	+++	++ +	+++
	1 : 10	+++	+++	+++	++ +
	1 : 20	+++	+++	+++	+++
	1 : 40	+++	+++	++ +	+++
	1 : 80	+++	+++	0	0
	1 : 160	0	+++	0	0
	1 : 320	0	+	0	0

Meerschweinchen I: 408 g } 8. XI. 2 ccm Aleuronat,
9. XI. 2 » Typhusbouillon.
» II: 418 g Kontrolle. 9. XI. 2 ccm Typhusbouillon.

	Verdünnung	Aleuronat	Kontrolle
12. I.	1 : 10	+++	+++
	1 : 20	+++	+++
	1 : 40	+++	+++
	1 : 80	+++	+++
	1 : 160	+	+++
	1 : 320	0	+++
	1 : 640	0	0

Kaninchen XXVII (a): 1830 g } 8. II. 5½ nachm. 5 ccm Aleuronataufschwg.,
» XXVIII (b): 1750 g } 10. II. 9 vorm. 3 » »
3 nachm. 3 » Typhusbouillon.
» XXIX (a): 1890 g } Kontrolltiere. 10. II. 3 Uhr nachm. 3 ccm
» XXX (b): 1695 g } Typhusbouillon.

	Verdünnung	Aleuronat		Kontrolle	
		XXVII	XXVIII	XXIX	XXX
14. II.	1 : 20	+++	+++	+++	+++
	1 : 40	+++	+	+++	+++
	1 : 80	+	0	+++	+
	1 : 160	0	0	+	0
	1 : 320	0	0	0	0

Digitized by Google

Aleuronatversuche. (Übersichtstabelle.)

A < C	A = C	A > C
A < C		A > C
A < C		A > C
A < C		
A < C		
A < C		
A < C	Durchschnittliches Verhältnis: $\frac{C}{A}$	
A < C		
A < C	$\frac{C}{A} = 2{,}86$	
A < C		
A < C		
A < C		
A < C		

Aus der vorstehenden, resumierenden Übersichtstabelle ergibt sich somit, dafs unter 16 derartigen Versuchen der Agglutiningehalt des Blutserums bei den Aleuronattieren nur 3 mal höher gefunden wurde als bei den Kontrolltieren, und dafs in der weitaus überwiegenden Mehrzahl der Fälle — während 12 mal — die ersteren ganz entschieden weniger Agglutinine produziert hatten. Wie man sieht, hat somit die Vorbehandlung mit Aleuronat nicht nur keine Beschleunigung und Vermehrung der Antikörperproduktionen zur Folge gehabt, sondern im Gegenteil sogar eine nicht unbeträchtliche Verminderung derselben hervorgerufen, derart, dafs der Serumtiter bei diesen Tieren durchschnittlich weniger als die Hälfte jenes Wertes betrug, welcher ceteris paribus bei den nicht vorbehandelten Kontrolltieren zur Beobachtung kam.

Wie ist nun dieses, wie bereits erwähnt, vielleicht etwas unerwartete und auf den erften Blick überraschende Ergebnis zu erklären?

Ich glaube, die Erklärung dafür ist nicht schwer zu geben. Bedenken wir, dafs die Schnelligkeit und Intensität, mit welcher die agglutinierenden Substanzen in dem Blutserum auftreten, unter sonst gleichen Umständen nicht nur von der Reaktionsfähigkeit der betreffenden, antigenetisch wirkenden Gewebe und Organe — im wesentlichen also von Milz, Lymphdrüsen und Knochenmark — abhängig gedacht werden mufs, sondern zweifellos auch von der Schnelligkeit und Vollständigkeit jener Resorptionsvorgänge,

Digitized by Google

welche die betreffenden bakteriellen Stoffe vom Orte der primären Invasion an die Stätte der Neubildung der spezifischen Schutzstoffe transportieren.

Nun haben wir aber allen Grund zu der Annahme, dafs diese Resorptionsvorgänge gerade bei den mit intraperitonealen Aleuronatinjektionen vorbehandelten Tieren sehr wesentlich verlangsamt sind. Wir wissen nämlich, dafs das Aleuronat in der Bauchhöhle wie an anderen Stellen des Organismus eine entzündliche Reizung hervorzurufen vermag, als deren Ausdruck wir eben das Auftreten eines leukocytenreichen Exsudates anzusehen haben. Wie mannigfache experimentelle Untersuchungen gelehrt haben, sind jedoch derartig entzündliche Veränderungen durchwegs geeignet, die normalerweise sehr ausgiebige Resorptionsfähigkeit des Bauchfells herabzusetzen. Es kann natürlich nicht unsere Aufgabe sein, an dieser Stelle näher auf die diesbezügliche Literatur einzugehen, und wir wollen daher nur auf die diesbezüglichen Versuche von Schnitzler und Ewald[1]) hinweisen, welche zeigen konnten, dafs die Resorption gelöster Stoffe aus der Bauchhöhle durch die vorhergehende Einführung von Alkohol oder Glyzerin bedeutend verzögert wird, und dafs auch sterilisierte Proteuskulturen oder aus denselben durch einstündiges Kochen hergestellte Proteinlösungen sowie das Kochsche Tuberkulin genau dieselbe Wirkung besitzen.

Es kann somit nicht zweifelhaft sein, dafs auch bei unseren Aleuronattieren eine Beeinträchtigung des Resorptionsvermögens der Bauchhöhle für gelöste Stoffe stattgefunden haben mufs, und dafs daher die in der Peritonealflüssigkeit zerfallenen und in Lösung gegangenen Bakterienleiber abnorm langsam in die Zirkulation übergegangen und erst relativ spät mit den lymphoiden Organen in Berührung gekommen sein mufsten. Dazu kommt noch ein weiteres, in demselben Sinne einwirkendes Moment, das sich jedoch nicht auf die Resorption der gelösten, sondern der ungelösten Formbestandteile erstreckt. Wie wir nämlich bereits erwähnt haben, sind bei den mit Aleuronateinspritzungen

1) Deutsche Zeitschr. f. Chir., Bd. 41, 1895.

Digitized by Google

präparierten Tieren die Vorgänge der Phagocytose nach Metschnikoffs Lehren ganz besonders stark ausgeprägt. Nun verlassen allerdings die mit Bakterien beladenen weiſsen Blutkörperchen allmählich wieder die Bauchhöhle, um die einverleibten Substanzen in den lymphoiden und anderen Organen zu deponieren. Es ist jedoch sicher, daſs diese Phagocyten wenigstens bis zu ihrem Wiedereintritt in die Blutbahn ein weit langsameres Vehikel darstellen als die mächtigen Resorptionsströme, welche die gelösten Substanzen aus der Bauchhöhle fortschaffen, und daſs daher eine Steigerung der lokalen phagocytären Vorgänge, die den extrazellulären Zerfall der eingespritzten Bakterien einschränkt, eher eine Verlangsamung als eine Beschleunigung der Bakterienresorption zur Folge haben muſs. Durch diese lokale Phagocytose werden somit diejenigen Organe, welche am meisten an der Produktion der Antikörper beteiligt sind, bis zu einem gewissen Grade vor der Einwirkung der bakteriellen Leibesbestandteile geschützt, indem ihnen dieselben langsamer und bereits in verändertem, degenerierten Zustande zugeführt werden, so daſs also der Anreiz zur Neubildung von Schutzstoffen ein weit geringerer ist.

Beide genannten Faktoren in ihrem Vereine dürften daher wohl hinreichen, um die von uns beobachtete Verminderung der Agglutininproduktion bei den Aleuronattieren in befriedigender Weise zu erklären.

VI. Einfluſs der Vorbehandlung mit zimtsaurem Natron (Hetol).

Wie die lokale, so ist auch die allgemeine Leukocytose häufig von einer oft sehr beträchtlichen Erhöhung der Widerstandsfähigkeit gegenüber bakteriellen Infektionen gefolgt. Wir wollen hier von den mannigfaltigen klinischen Erfahrungen, welche den günstigen Einfluſs der Hyperleukocytose auf den Krankheitsverlauf zu beweisen scheinen, ganz absehen.

Es hat jedoch auch eine groſse Zahl experimenteller Arbeiten sich mit dieser Resistenzsteigerung durch künstliche Erzeugung einer Leukocytose beschäftigt, und wir müssen daher an dieser Stelle wenigstens der wichtigsten Ergebnisse gedenken, welche

Digitized by Google

diese Forschungen gezeitigt haben. Vor allem verdienen hier die Untersuchungen von Loewy und Richter[1]) erwähnt zu werden, welche in einer Reihe von interessanten Experimenten durch meist intravenöse Applikation verschiedener Gewebsäfte, von albumoseartigen Substanzen, ferner von Pilokarpin und ganz besonders auch von Spermin bei Kaninchen eine Hyperleukocytose hervorriefen, und dann die Versuchstiere mit verschiedenen Bakterienarten infizierten. Am ausgesprochensten trat hierbei ein günstiger Einfluſs der Hyperleukocytose bei den Infektionsversuchen mit Pneumokokken zutage, indem den mit Spermin vorbehandelten Kaninchen das Drei- bis Vierfache der tödlichen Bakteriendosis verabreicht werden konnte, ohne daſs andere Erscheinungen als eine vorübergehende geringe Temperaturerhöhung an denselben zu beobachten gewesen wäre. Weit weniger augenfällig war allerdings der Heileffekt, wenn die Sperminein spritzungen erst einige Zeit nach der Einimpfung des Bakterienmaterials vorgenommen wurden, denn in diesem Falle gelung es zwar, die Lebensdauer der Versuchstiere gegenüber den Kontrolltieren merklich zu verlängern, hingegen war es nicht mehr möglich, wie bei den oben erwähnten Versuchen, den tödlichen Ausgang vollkommen abzuwenden und die Tiere am Leben zu erhalten.

Weniger günstige Resultate als die genannten Autoren erzielten Goldscheider und Müller[2]) bei ihren Versuchen mit Tetanus- und Diphtheriebazillen, bei welchen sich überhaupt kein resistenzvermehrender Einfluſs der durch Injektionen von Milzextrakten hervorgerufenen Hyperleukocytose konstatieren lieſs. Zweifelhafte Erfolge ergaben sich diesen Forschern bei der Infektion mit Proteus und mit Pneumokokken. Weitere, und zwar viel eingehendere Untersuchungen über den Einfluſs artefiziell erzeugter Leukocytoseveränderungen auf den Verlauf künstlich hervorgerufener Infektionskrankheiten hat dann Jakob[3]) angestellt, der sich zu diesem Zwecke der Hemialbumose und

1) Deutsche med. Wochenschr., 1895, Nr. 15.
2) Fortschr. d. Medizin, Jahrg. 13, Nr. 9.
3) Zeitschr. f. klin. Med., Bd. 30.

Digitized by Google

der aus Witteschem Pepton dargestellten Protalbumosen und Deuteralbumosen bediente, die er seinen Versuchstieren bald subkutan, bald intravenös applizierte. Als Infektionserreger benutzte Jakob Pneumokokken und Mäuseseptikämiebazillen. Bei diesen in der verschiedensten Weise variierten Versuchen ergab sich nun das äuſserst wichtige Resultat, daſs alle jene Tiere, welche in dem Stadium der Hypoleukocytose infiziert wurden, ausnahmslos zugrunde gingen, und zwar meist rascher als die Kontrolltiere. Wurde hingegen die Einspritzung der Bakterien zu einer Zeit vorgenommen, wo die Zahl der weiſsen Blutkörperchen noch im Ansteigen begriffen war, so ging kein einziges der Versuchstiere zugrunde, und die Hälfte derselben zeigte überhaupt keinerlei Krankheitserscheinungen. Erfolgte endlich die Infektion während der Periode des Abklingens der Hyperleukocytose, so starben die Versuchstiere zwar, aber bedeutend später als die Kontrolltiere. Wie man sieht, war also bei diesen sorgfältigen Experimenten Jakobs der hervorragende Einfluſs, den die Hyperleukocytose auf die Widerstandsfähigkeit des Organismus auszuüben vermag, nicht zu verkennen, und trat durch die entschiedene Resistenzverminderung, die sich im Stadium der Hypoleukocytose beobachten lieſs, nur noch deutlicher und überzeugender zutage.

Wir wollen an dieser Stelle nicht näher auf die voneinander mehr oder weniger abweichenden Erklärungen eingehen, welche die verschiedenen Autoren für diese Wirkung der Hyperleukocytose zu geben versucht haben. Wir wollen nur des von Hahn[1]) und anderen Forschern erhobenen tatsächlichen Befundes hier gedenken, nach welchem das Serum vom Menschen und vom Hunde im Stadium der Hyperleukocytose eine beträchtliche Steigerung seiner normalen bakteriziden Fähigkeiten aufweist, eine Beobachtung, die wohl mit groſser Wahrscheinlichkeit auf das Bestehen eines direkten Kausalzusammenhanges zwischen den drei in Rede stehenden Phänomenen — der Hyperleukocytose, der gesteigerten Baktericidie des Serums und der Resistenzvermehrung — hindeuten dürfte. — Welchen Einfluſs nimmt

1) Archiv f. Hygiene, Bd. 28.

Digitized by Google

nun aber die Hyperleukocytose auf die Produktion der Antikörper?

Über diese Frage liegt in der mir zugänglichen Literatur, soweit ich sehen kann, wohl kaum mehr als eine — allerdings von ganz anderen Gesichtspunkten ausgehende — Untersuchung von Salomonsen und Madsen[1]) vor, welche festzustellen suchte, ob eine Reihe von Giften, deren Wirkung sich insbesondere auf die sezernierenden Organbestandteile erstreckt, auch imstande ist, die »Sekretion« des Diphtheriantitoxins in irgendeiner Weise zu beeinflussen. Zu diesem Zwecke injizierten die genannten beiden Forscher einem Pferde, welches lange Zeit hindurch gegen Diphtherietoxin immunisiert worden war und sich zur Zeit des Versuches im antitoxischen Gleichgewicht befand, 7mal im Verlaufe zweier Stunden Atropin in Dosen von 2 cg, worauf sich zwar schwere Vergiftungssymptome einstellten, ohne dafs jedoch in den ersten Tagen eine Änderung des Antitoxingehaltes in dem Serum dieses Tieres aufgetreten wäre. Später sank dann allerdings der Serumtiter etwas ab, blieb jedoch dann wieder längere Zeit hindurch vollkommen konstant.

Darauf wurden demselben Tiere im Verlaufe zweier Stunden 140 cg Pilokarpin intravenös eingespritzt. Diesmal trat nun, neben starken Vergiftungserscheinungen, auch eine deutliche Vermehrung des Antitoxingehaltes zutage. Zwei weitere Pferde, deren eines sich bereits in dem Stadium des absinkenden Antitoxingehaltes seines Serums befand, zeigten ebenfalls eine sehr ausgesprochene Steigerung nach der Pilokarpineinspritzung.

Da nun das Pilokarpin bekanntlich, insbesondere bei intravenöser Applikation, eine beträchtliche Hyperleukocytose hervorzurufen vermag, so liegt es in der Tat sehr nahe, das Ergebnis dieser Versuche von Salomonsen und Madsen in dem genannten Sinne interpretieren und also anzunehmen, dafs in der Vermehrung der weifsen Blutkörperchen ein Phänomen gesehen werden mufs, welches mit der beobachteten Steigerung des Antitoxingehaltes in kausalem Zusammenhang zu bringen ist. Aller-

1) Kongl. Danske Videnskabernes Selskabs Forh., 1898; zitiert nach Baumgartens Jahresbericht.

Digitized by Google

dings liegen in diesem Falle die Verhältnisse insofern nicht ganz klar und eindeutig, als ja die Versuchstiere infolge ihrer langandauernden Immunisierung bereits grofse Antitoxinmengen in ihrem Blute, ihren Geweben und Gewebsflüssigkeiten aufgespeichert enthielten, und es daher nicht mit Sicherheit zu entscheiden war, ob eine wirkliche Vermehrung der Antikörperproduktion unter dem Einflusse des Pilokarpins stattgefunden hatte, oder etwa nur eine vermehrte Ausspülung des bereits vorgebildeten Antitoxins aus seinen Lagerstätten.

Aus diesem Grunde habe ich daher die folgenden Versuche angestellt. Als leukocytoseerregendes Mittel benutzte ich das zimtsaure Natron in der Form des käuflichen Hetols, welches den Versuchstieren — ausschliefslich Kaninchen —, in Eigelb emulgiert, in die Ohrvene eingespritzt wurde.

Dafs die Zimtsäure, welche bekanntlich von Landerer[1]) in die Therapie der menschlichen Tuberkulose eingeführt worden ist, in der Tat ein ganz vorzügliches Mittel darstellt, um eine kräftige Hyperleukocytose zu erzeugen, das haben u. a. Richter und Spiro[2]) eingehend dargetan, und gezeigt, dafs die Vermehrung der weifsen Blutkörperchen etwa 1 Stunde nach der Hetoleinspritzung beginnt, nach steilem Anstieg nach 3—4 Stunden, seltener erst nach 8 Stunden ihren Höhepunkt erreicht, um dann, bei mittleren Dosen etwa nach 24 Stunden wieder allmählich zur Norm zurückzukehren. Die Vermehrung der Leukocyten war bei den Versuchen der genannten Autoren, welche ebenfalls an Kaninchen, daneben aber auch an Hunden und am Menschen experimentierten, schon bei einmaliger Hetolinjektion eine sehr beträchtliche; dieselbe liefs sich jedoch durch Vergröfserung der Dosis oder durch Wiederholung der Einspritzungen innerhalb 24 Stunden noch ganz erheblich steigern, so dafs das Verhältnis der weifsen zu den roten Blutkörperchen mitunter ganz enorme Werte annahm wie etwa 1 : 51 gegenüber dem normalen Verhältnisse von 1 : 500—600.

1) Die Behandlung der Tuberkulose mit Zimtsäure. Leipzig, 1892.

2) Archiv f. exper. Patholog., Bd. 34, 1894.

Digitized by Google

Wie hieraus hervorgeht, mufste also die Zimtsäure ganz besonders geeignet erscheinen, um den Einflufs der Leukocytose auf die Antikörperproduktion zu studieren.

Meist erhielten meine Versuchstiere drei solcher Hetolinjektionen zu je 2—4 ccm einer 5proz. Emulsion, und zwar die erste am Tage vor der Infektion mit Bact. typhi, die zweite am Tage der Bazilleneinspritzung selbst, endlich die dritte am darauffolgenden Tage.

Am vierten Tage nach der Infektion, die, wie bei den in einem früheren Abschnitte geschilderten Aleuronat- und Alkoholversuchen intraperitoneal vorgenommen wurde, wurden die Tiere dann in der gewohnten Weise auf den Agglutiningehalt ihres Serums untersucht und mit den normalen Kontrolltieren, welche keine Zimtsäureeinspritzungen erhalten hatten, verglichen.

Hierbei ergaben sich nun die folgenden Resultate:

Hetol-Versuche.

Kaninchen I: 1800 g } 7. V. nachm. 3 Uhr 2 ccm 50proz. Hetolemulsion intravenös, 8. V. vorm. 10½ Uhr 3 ccm Hetolemulsion, 10½ Uhr 3 ccm Typhusbouillon intraperitoneal.

» II: 1835 g Kontrolle. 8. V. 11½ 3 ccm Typhusbouillon.

	Verdünnung	Hetol I	Kontrolle II
11. V.	1 : 4	+++	+++
	1 : 8	+++	0
	1 : 16	+++	0
	1 : 32	+++	0
	1 : 64	++	0
12. V.	1 : 10	+++	+++
	1 : 20	+++	+++
	1 : 40	+++	+++
	1 : 80	+++	+
	1 : 160	+++	0
	1 : 320	+++	0
	1 : 640	++	0
	1 : 1280	0	0

Kaninchen III (a): 1810 g
» IV (b): 2105 g
» V (c): 2350 g } 8. V. vorm. 10½ Uhr 3 ccm Hetolemulsion intravenös, 11½ Uhr 3 ccm Typhusbouillon intraperitoneal, 9. V. vorm. 10 Uhr 4 ccm Hetolemulsion intravenös.

Digitized by Google

Kaninchen VI (a): 1835 g
» VII (b): 2060 g
» VIII (c): 2250 g
} Kontrollen. 8. V. 11½ Uhr vorm. 3 ccm Typhusbouillon intraperitoneal.

	Verdünnung	Hetol III	Hetol IV	Hetol V	Kontrolle VI	Kontrolle VII	Kontrolle VIII
11.V.	1:4	+++	+++	+++	+++	+++	+++
	1:8	+++	+++	+++	+++	+++	+++
	1:16	+++	+++	+++	+	+	0
	1:32	+	+++	0	0	0	0
	1:64	0	++	0	0	0	0
12.V.	1:10	+++	+++	+++	+++	+++	+++
	1:20	+++	+++	+++	+++	+++	+++
	1:40	+++	+++	+++	+++	+++	+++
	1:80	+++	+++	+++	+++	+++	+
	1:160	0	+++	+++	0	0	0
	1:320	0	+++	0	0	0	0
	1:640	0	0	0	0	0	0

Kaninchen IX (a): 2115 g
» X (b): 1525 g
} 11. V. 4 Uhr nachm. 2 ccm Hetolemulsion intravenös, 12. V. 10 Uhr vorm. 3 ccm Hetolemulsion intravenös, 3 ccm Typhusbouillon intraperitoneal.

» XI (a): 2095 g
» XII (b): 1570 g
} Kontrolle. 12. V. 10 Uhr vorm. 3 ccm Typhusbouillon.

	Verdünnung	Hetol IX	Hetol X	Kontrolle XI	Kontrolle XII
16. V.	1:10	+++	+++	+++	+++
	1:20	+++	+++	+++	+++
	1:40	+++	+++	+++	+++
	1:80	+++	+++	+	+++
	1:160	+++	+++	0	0
	1:320	0	0	0	0

Kaninchen XIII (a): 2090 g
» XIV (b): 2300 g
» XV (c): 1630 g
} 15. V. 11 Uhr vorm. 3 ccm Hetolemulsion intravenös, 16. V. 10 Uhr vorm. 3 ccm Hetol intravenös, 3 ccm Typhusbouillon intraperitoneal, 17. V. 3 ccm Hetol intravenös.

» XVI (a): 2050 g
» XVII (b): 2210 g
» XVIII (c): 1720 g
} Kontrolle. 16. V. 10 Uhr vorm. 3 ccm Typhusbouillon.

Digitized by Google

	Verdünnung	Hetol			Kontrolle		
		XIII	XIV	XV	XVI	XVII	XVIII
19. V.	1 : 4	+++	+++	+++	+++	+++	+++
	1 : 8	+++	+++	+++	+++	+++	+++
	1 : 16	+++	+++	+++	+++	0	++
	1 : 32	+++	+++	+++	+++	0	0
	1 : 64	+++	0	+++	+++	0	0
	1 : 128	0	0	+	0	0	0

Kaninchen XIX (a): 1900 g, XX (b): 2380 g — 18. V. 3 ccm Hetolemulsion intravenös, 19. V. 10 Uhr vorm. 3 ccm Hetol, 11 Uhr vorm. 3 ccm Typhusbouillon intraperitoneal, 20. V. 10 Uhr vorm. 2 ccm Hetolemulsion.

» XXI (a): 1890 g, » XXII (b): 2315 g — Kontrolle. 19. V. 11 Uhr vorm. 3 ccm Typhusbouillon.

	Verdünnung	Hetol		Kontrolle	
		XIX	XX	XXI	XXII
23. V.	1 : 10	+++	+++	+++	+++
	1 : 20	+++	+++	+++	+++
	1 : 40	+++	+++	+++	+++
	1 : 80	++	+++	++	+++
	1 : 160	0	+++	0	0
	1 : 320	0	0	0	0

Kaninchen XXIII (a): 2039 g, XXIV (b): 1940 g, XXV (c): 1260 g — 20. V. 10 Uhr vorm. 3 ccm Hetolemulsion intravenös, 2. V. 9 Uhr vorm. 3 ccm Hetol, 11 Uhr vorm. 3 ccm Typhusbouillon intraperitoneal, 22. V. 3 ccm Hetol.

» XXVI (a): 2050 g, » XXVII (b): 1910 g, » XXVIII (c): 1315 g — Kontrolle. 21. V. 11 Uhr vorm. 3 ccm Typhus bouillon.

	Verdünnung	Hetol			Kontrolle		
		XXIII	XXIV	XXV	XXVI	XXVII	XXVIII
24. V.	1 : 10	+++	+++	+++	+++	+++	+++
	1 : 20	+++	+++	+++	+++	+++	+++
	1 : 40	0	+++	+++	+++	+++	+++
	1 : 80	0	+++	+++	0	0	0
	1 : 160	0	0	+++	0	0	0
	1 : 320	0	0	0	0	0	0

Digitized by Google

Hetolversuche. (Übersichtstabelle.)

$H > C$	$H = C$	$H < C$
$H > C$	$H = C$	
$H > C$		
$H > C$		
$H > C$	Mittleres Verhältnis: $\frac{H}{C}$	
$H > C$		
$H > C$	$\frac{H}{C} = 3{,}1.$	
$H > C$		
$H > C$		
$H > C$		
$H > C$		

Fassen wir das Ergebnis dieser Experimente an der Hand der vorstehenden Übersichtstabelle nochmals kurz zusammen, so können wir also sagen, daſs unter 14 Versuchen 11 mal eine sehr deutliche Steigerung der Agglutininproduktion unter dem Einflusse der Zimtsäurebehandlung beobachtet werden konnte, daſs dagegen nur 2 mal keine wesentliche Veränderung derselben zu konstatieren war. Im Durchschnitt hatten hierbei die Hetoltiere ungefähr 3,1 mal soviel Agglutinin produziert als die Kontrolltiere.

Die künstliche Erzeugung einer Hyperleukocytose durch intravenöse Hetoleinspritzung vermag also in der Tat auf die Entstehung der Agglutinine einen begünstigenden und beschleunigenden Einfluſs zu nehmen, und es fragt sich hierbei nur noch, auf welche Weise derselbe wohl zustande kommen dürfte.

Da es sich nach den Untersuchungen von Richter und Spiro bei der Zimtsäureleukocytose um eine wirkliche Vermehrung der weiſsen Blutkörperchen handelt, als deren Hauptsitz die lymphoiden Organe, Milz, Lymphdrüsen und Knochenmark angesehen werden müssen, da ferner gerade die genannten Organe es sind, welche für die Produktion der Antikörper nachweisbar in erster Linie in Betracht kommen, so liegt es nahe, sich den beobachteten Zusammenhang zwischen der Hyperleukocytose und der gesteigerten Antikörperproduktion in folgender Weise zurechtzulegen:

Die leukocytoseerregenden Substanzen üben unstreitig einen gewissen Reiz auf die blutbereitenden Organe aus, welcher sich in

Digitized by Google

der Tat oft schon dem bloßen Auge durch eine Schwellung und Rötung des Darms und der Milz, ja durch eine echte Hyperplasie der Milz mit Vermehrung der Malpighischen Körperchen, mit Vergrößerung der Follikel kundgibt (Richter und Spiro). Dieser Reizzustand führt nun einerseits zu einer gesteigerten funktionellen Leistung der betreffenden Organe, die sich unter anderem auch durch eine gesteigerte Neubildung der Antikörper dokumentiert, — anderseits zu einer Vermehrung der lymphoiden Zellelemente und zu einer vermehrten Ausfuhr der in überschüssiger Menge entstandenen Leukocyten aus ihren Bildungsstätten in das Blut, wobei dieselben den chemotaktischen Kräften Folge leisten, welche von den in den Säften zirkulierenden körperfremden Stoffen (Pilokarpin oder Zimtsäure etc.) ausgehen. Nach dieser Auffassung wären somit die Hyperleukocytose und die gesteigerte Produktion der Antikörper nur zwei koordinierte Phänomene, nämlich im wesentlichen nur die Folge einer funktionellen und formativen Reizung der lymphoiden Organe durch die betreffenden chemischen Substanzen. Daß übrigens daneben noch andere Deutungen möglich sind, soll damit nicht geleugnet sein.

Es ist zweifellos, daß die nicht unbeträchtliche Steigerung der Antikörperproduktion, die unter dem Einflusse der Hetolbehandlung eintritt, — falls sie auch für den Menschen Gültigkeit besitzen sollte, — von großer therapeutischer Bedeutung sein kann, und wir können uns daher auch von diesem Gesichtspunkte aus nur den Ausführungen von Hahn[1]) vollkommen anschließen, der es bedauert, daß die Lauderersche Methode bis jetzt noch nicht in größerem Umfange einer Nachprüfung unterzogen wurde.[2])

1) Handbuch von Kolle-Wassermann, Bd. IV.

2) Bemerkt sei noch, daß vor einiger Zeit Krone (Münchner med. Wochenschr., 1903, Nr. 9) über etwa 20 Fälle von fibrinöser Pneumonie berichtet hat, bei welchen eine einmalige intravenöse Injektion von 0,004 ccm Natr. cinnamylic. eine rasche Entfieberung hervorrief, und einen günstigen Verlauf der Erkrankung herbeiführte. Vielleicht sind derartige Beobachtungen in dem obigen Sinne zu deuten.

Digitized by Google

VII. Schluſs.

Wir haben zu den Bemerkungen, welche wir bereits in den einzelnen vorhergehenden Abschnitten gelegentlich geäuſsert haben, nur mehr wenig hinzuzufügen.

Fragen wir nach dem Mechanismus, nach welchem die von uns beobachteten Alterationen in dem zeitlichen und quantitativen Auftreten der Antikörper vor sich gehen, so können wir nur in einzelnen besonders günstig gelegenen Fällen auf diese Frage eine einigermaſsen plausible und wahrscheinliche Antwort geben.

A priori werden wir dreierlei derartige Mechanismen unterscheiden können, nach den drei verschiedenen Phasen klassifizierend, welche bei der Produktion der Antikörper in Betracht kommen. Da nämlich, wie wir bereits ausgeführt haben, die Produktion dieser Schutzstoffe der Hauptsache nach in den lymphoiden Organen, Milz, Lymphdrüsen und Knochenmark, also in der Regel fern von dem Orte der primären Bakterieninvasion erfolgt, so wird die erste zu betrachtende Phase jenen Zeitraum umfassen, welcher bis zum Eintreffen der bakteriellen Substanzen in diesen Organen verstreicht. Demgemäſs werden also alle Eingriffe, welche imstande sind, die Dauer dieser Phase zu beeinflussen, mit anderen Worten, welche die Resorptionsgeschwindigkeit modifizieren, auch die Schnelligkeit, mit welcher die Antikörper im Blute erscheinen, verändern müssen.

Ein Beispiel dieser Art haben wir bereits bei unseren Aleuronatversuchen kennen gelernt, bei welchen wir ja allen Grund zu der Annahme hatten, daſs die Verlangsamung und Einschränkung der peritonealen Resorptionsvorgänge als die Ursache der verminderten Antikörperproduktion angesehen werden muſs.

Die zweite Phase, welche wir zu unterscheiden haben, betrifft naturgemäſs den eigentlichen Vorgang, durch welchen die Antikörper gebildet werden, also die produktive Leistung der lymphoiden Organe. Wird deren Leistungsfähigkeit durch die betrachteten Eingriffe herabgesetzt, so muſs diese Schädigung in einer verminderten Antikörperproduktion und somit in einem niedrigeren Serumtiter zum Ausdruck kommen, während eine Erhöhung ihrer physiologischen Tätigkeit den entgegengesetzten Effekt haben wird.

Digitized by Google

Auch hierfür haben wir unter unseren Experimenten bereits Beispiele gefunden, indem wir uns den begünstigenden Einfluſs der Zimtsäureinjektionen auf die Entstehung der Antikörper durch eine derartige Steigerung jener Funktionen zu erklären gesucht haben, welchen die lymphoiden Organe vorstehen, und die sich unter anderem ja auch in der Vermehrung der weiſsen Blutkörperchen sehr deutlich ausspricht.

Demgegenüber liegt es nahe, die starke Verminderung der Antikörperproduktion, die wir bei den mit Alkohol und Phloridzin vergifteten Tieren beobachtet haben, auf eine Schädigung dieser Funktionen zurückzuführen. Diese Auffassung ist wohl um so berechtigter, als ja durch die genannten Stoffe eine schwere Alteration der normalen Stoffwechselvorgänge hervorgerufen wird, welcher die Tiere oft schon nach relativ kurzer Zeit erliegen. Allerdings kann dabei die gleichzeitige Mitwirkung einer verzögerten und gehemmten Resorption wohl nicht ausgeschlossen werden, da ja dieselben Ursachen, welche zu einem Darniederliegen der in Rede stehenden Gewebsfunktionen führen, wohl auch die Aufsaugung der in die Peritonealhöhle eingeführten bakteriellen Substanzen beeinträchtigen können.

Was endlich die dritte und letzte Phase der Antikörperproduktion betrifft, so besteht dieselbe in der Ausschwemmung der in den lymphoiden Organen neugebildeten Schutzstoffe und ihrem Übertritt in die Zirkulation. Ob eine Verzögerung oder Beschleunigung dieses Vorgangs bei unseren Versuchen mitspielte, muſs wohl einstweilen dahingestellt bleiben.

Überhaupt wird es die Aufgabe weiterer Versuche sein müssen, den Mechanismus der von uns beobachteten Alterationen der Antikörperproduktion, über den wir uns bisher nur vermutungsweise äufsern konnten, näher zu studieren. Vielleicht wird es dann auch gelingen, einigen Aufschluſs darüber zu erhalten, woher es kommt, daſs die Art der zur Immunisierung verwendeten Mikroorganismen von so ausschlaggebender Bedeutung für die Richtung der eintretenden Veränderung ist, wie sich dies bei unseren Hunger- und Ernährungsversuchen herausstellte.

Digitized by Google

Digitized by Google

RETURN TO ⟶ **PUBLIC HEALTH LIBRARY**
42 Warren Hall 642-2511

LOAN PERIOD 1 **14 DAYS**	2	3
4	5	6

ALL BOOKS MAY BE RECALLED AFTER 7 DAYS
Renewed books are subject to immediate recall
Return to desk from which borrowed

DUE AS STAMPED BELOW

2/23 Chiang

MAR 3 1979
FEB 2 2 1979

UNIVERSITY OF CALIFORNIA, BERKELEY
FORM NO. DD26, 15m, 4'77 BERKELEY, CA 94720

Digitized by Google

YD 11576

754922

BIOLOGY LIBRARY

RA421
A75
v.51

PUBLIC
HEALTH
LIBRARY
UNIVERSITY OF CALIFORNIA LIBRARY

Digitized by Google

Digitized by Google